

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:

**COMPARACIÓN ENTRE EL METODO ESTATICO Y EL METODO DINAMICO
(MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA) APLICADOS EN UNA EDIFICACION
MULTIFAMILIAR DE CUATRO NIVELES DE ALBAÑILERIA CONFINADA EN LA
CIUDAD DE CAJAMARCA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ROJAS VALENCIA, DANTE HERNÁN

ASESOR:

Ing. MARCOS MENDOZA LINARES

CAJAMARCA-PERU

2017

DEDICATORIA:

AL TODOPODEROSO:

Porque Jehová da la sabiduría,
Y de su boca viene el conocimiento y
la inteligencia. Proverbios 2. 6

A MIS AMADOS PADRES:

JULIO Y MARTHA quienes con
esfuerzo y dedicación forjaron para
mí un mejor futuro

A MI ESPOSA:

LUCY JOHNSON, quien con su constante
exigencia, paciencia y apoyo me acompañó en
la culminación de esta investigación.

DANTE ROJAS

AGRADECIMIENTO:

A mi asesor: Ing. Marcos Mendoza Linares, por su desinteresada colaboración y su asistencia permanente para el desarrollo de la presente investigación, al brindarme su tiempo y aportes basados en su bien lograda experiencia.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, a la Facultad de Ingeniería, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a cada uno de los catedráticos que compartieron sus enseñanzas durante mi paso por nuestra querida Alma Máter.

EL AUTOR

INDICE

Contenido	Página
CAPITULO I	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2 OBJETIVO.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	3
1.5. ASUNCIONES	4
CAPITULO II.....	5
MARCO TEORICO.....	5
2.1. ALBAÑILERÍA CONFINADA.....	6
2.2. COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA ALBAÑILERIA.....	8
2.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL.....	9
2.4. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO.....	16
2.5. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO SEGÚN LA NORMA E.030.....	34
2.6. ASPECTO CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL.....	37
2.7. ASPECTO NORMATIVO DEL ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL, NORMA E.030.	42
2.8. ASPECTO CONCEPTUAL DEL ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA.....	44
2.9. ASPECTO NORMATIVO DEL ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO – HISTORIA.....	46
2.10. DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN SÍSMICA.....	48
CAPITULO III.....	51
METODOLOGIA PARA LA COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE ANÁLISIS SÍSMICO	51
3.1. ASPECTOS GENERALES DE METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	52
3.2. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA EDIFICACIÓN	53
3.3. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO.....	55
3.4. ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL	55
3.5. ANÁLISIS TIEMPO HISTORIA.....	55
CAPITULO IV	57
RESULTADOS DEL LOS ANALISIS SISMICOS	57
4.1. ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO.....	58
4.2. ANÁLISIS SÍSMICO MODAL ESPECTRAL.....	76
4.3. ANÁLISIS SÍSMICO TIEMPO HISTORIA	92
4.4. TABLAS DE VALIDACIÓN DE LA HIPOTESIS.....	116

CAPITULO V.....	146
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	146
5.1. COMPARACIONES ENTRE LOS ANÁLISIS SÍSMICOS ESTÁTICO Y DINÁMICOS	147
CAPITULO VI	163
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFÍA	163
6.1. CONCLUSIONES.....	164
6.2. RECOMENDACIONES.....	164
6.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	165

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1 Coeficiente sísmico según el Uso de la Edificación	25
Tabla 2 Factor de Uso	27
Tabla 3 Valores de S	27
Tabla 4 Coeficiente de Reducción	28
Tabla 5 Categoría de Edificación	29
Tabla 6 Valores de S	30
Tabla 7 Valores de R	31
Tabla 8 Valores de C_T	31
Tabla 9 Derivas Máximas	31
Tabla 10 Valores de R	32
Tabla 11 Factor de Suelo S	34
Tabla 12 Periodos T_P y T_L	34
Tabla 13 Cálculo de la densidad de Muros en las dirección X e Y	58
Tabla 14 Cálculo del Peso Propio de Losas aligeradas	59
Tabla 15 – 16 Cálculo del Peso Propio de los Muros Dirección X - Y	59
Tabla 17 - 18 Cálculo del Peso Propio de los alfeizares Dirección X - Y	60
Tabla 19 Cálculo de Peso Propio por Piso	61
Tabla 20 Cálculo de la fuerza horizontal por Piso	62
Tabla 21 Cálculo del centro de masa de los muros	63
Tabla 22 – 29 Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección X- Y Piso 1 - 4	64
Tabla 30 - 33 Cortante de Muros Piso 1 – 4	68
Tabla 34 Cálculo de excentricidades por Piso	71
Tabla 35 - 38 Cortante de Muros en X - Y por Torsión Piso 1 - 2	72
Tabla 39 - 40 Cortante Total de Muros Piso 1 - 2	74
Tabla 41 Cortante Basal debido a la Aceleración Espectral	85
Tabla 42 – 43 Fuerzas de Compresión en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral Dirección X - Y	85
Tabla 44 - 45 Cortante en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral Dirección X - Y	87
Tabla 46 - 47 Momento Flector en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral Dirección X - Y	89
Tabla 48 - 49 Máxima Deriva en Dirección X – Y debido a Aceleración Espectral en Dirección X - Y	91
Tabla 50 Cortantes Basales debido a Reacciones en la Base	96
Tabla 51 – 52 Fuerzas de Compresión y Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970	96
Tabla 53 – 54 Fuerzas de Compresión y Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966	98
Tabla 55 – 56 Fuerzas de Compresión y Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Pisco 2007	100
Tabla 57- 58 Cortante Positivo - Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970	102
Tabla 59 – 60 Cortante Positivo – Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966	104
Tabla 61 – 62 Cortante Positivo - Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Pisco 2007	106

Tabla 63 – 64	Momento Flector Positivo - Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970.....	108
Tabla 65 – 66	Momento Flector Positivo - Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966	110
Tabla 67 – 68	Momento Flector Positivo - Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Piso 2007.....	112
Tabla 69 – 70	Máxima Deriva en Dirección X - Y debido a Sismo de Chimbote 1970	114
Tabla 71 – 72	Máxima Deriva en Dirección X - Y debido a Sismo de Lima 1966.....	114
Tabla 73 – 74	Máxima Deriva en Dirección X – Y debido a Sismo de Pisco 2007.....	115
Tabla 75 – 85	Fuerza Axial en Muro X1 – X11	116
Tabla 86 – 96	Cortantes en Muro X1 – X11	120
Tabla 97 - 107	Momentos Flectores en Muro X1 – X11	124
Tabla 108 – 117	Fuerza Axial en Muro Y1 – Y10	128
Tabla 118 - 127	Cortantes en Muro Y1 – Y10	132
Tabla 128 – 137	Momentos Flectores en Muro Y1 – Y10	136
Tabla 138 – 141	Deriva de Piso dirección X del Piso 1 - 4	140
Tabla 142 – 145	Deriva de Piso dirección Y del Piso 1 - 4	141
Tabla 146 – 149	Cortantes de Piso dirección X del Piso 1 - 4.....	143
Tabla 150 – 153	Cortantes de Piso dirección X del Piso 1 - 4.....	144
Tabla 154 – 155	Cargas axiales P según los Casos de Carga de cada Muro –Dirección X - Y	147
Tabla 156 – 157	Cortantes V2 según los Casos de Carga de cada Muro –Dirección X - Y	149
Tabla 158 – 159	Momento Flector M3 según los Casos de Carga de cada Muro – Dirección X - Y	151
Tabla 160 – 161	Cortantes por Piso según Caso de Carga –Dirección X - Y	153
Tabla 162 – 163	Derivas según el Caso de Carga de los Pisos 1 - 4 dirección X - Y	155
Tabla 164 – 165	Desplazamientos X - Y de los Diafragmas D1 - D4 según los Casos de Carga	157
Tabla 166 – 167	Cortantes en la Base según el Caso de Carga – Dirección X - Y	159
Tabla 168	Cuadro Comparativo de Solicitaciones Máximas.....	161

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Clasificación de los tipos de albañilería.....	7
Figura 2. Clasificación por sus componentes.	7
Figura 3. Modelo estructural. Fuente: Elaboración propia.	13
Figura 4. Mapa de Regionalización Sísmica 1970	26
Figura 5. Mapa de Regionalización Sísmica 1977	27
Figura 6. Mapa de Regionalización Sísmica 1996	30
Figura 7. Zonas Sísmicas 2016.....	33
Figura 8. Curva digitalizada de respuesta espectral.....	39
Figura 9. Distribución en planta de la edificación	54
Figura 10. Nomenclatura de los muros en las direcciones X e Y.....	54
Figura 11. Definición del modelo tridimensional.....	76
Figura 12. Función de aceleración espectral para las direcciones X e Y.....	77
Figura 13. Definición de masa a ser utilizada para el análisis modal espectral.....	77
Figura 14. Recorrido para la definición de la función espectral	78
Figura 15. Selección del código o norma, en nuestro caso RNE-2014	78
Figura 16. Definición de la función espectral, según la norma E.030-2014.....	79
Figura 17. User defined. Función espectral utilizada para el análisis modal espectral	80
Figura 18. Recorrido para la definición de los Casos de Carga.....	81
Figura 19. Escogemos la pestaña Add New Case (Añadir nuevo caso) para	81
Figura 20. Definición del Caso de Carga de Respuesta espectral en la dirección X.	82
Figura 21. Chequeo del modelo.....	82
Figura 22. Opciones de chequeo del modelo.....	83
Figura 23. Mensaje de salida que dice que ningún mensaje de advertencia se ha generado ..	83
Figura 24. Recorrido para ejecutar el análisis de los Casos de Carga	84
Figura 25. Recorrido para la definición de las funciones tiempo historia.	92
Figura 26. Definición de la función tiempo historia desde un archivo externo.....	92
Figura 27. Función tiempo historio cargado desde un archivo con extensión *.txt.	93
Figura 28. User defined. Función tiempo historia.	93
Figura 29. Recorrido para coincidir la función tiempo historia con la función espectral.....	94
Figura 30. Emparejamiento de la función espectral y la información acelerográfica.	94
Figura 31. Opción definida por el usuario de la función tiempo historia escalada.....	95
Figura 32. Caso de Carga Modal Tiempo Historia para Sismo Chimbote 1970	95
Figura 33 - 34. Cargas Axiales de Muros en la Dirección X - Y.....	147
Figura 35 - 36. Cortantes de Muros en Dirección X - Y.	149
Figura 37 - 38. Momento Flector de Muros en Dirección X - Y.....	151
Figura 39 - 40. Cortante Dirección X - Y por Piso según Caso de Carga	153
Figura 41 - 42. Deriva X - Y según Casos de Carga	155
Figura 43 - 44. Desplazamientos del Diafragma en X - Y según Casos de Carga	157
Figura 45 - 46. Cortante en la Base - Dirección X - Y.	159

RESUMEN

La presente investigación “Comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca” tuvo como objetivo determinar el orden de mayor a menor en función de las solicitaciones demandadas por los análisis sísmicos dados en la norma E.030 con la finalidad de comprender mejor la aplicación de estos métodos de análisis. La base teórica se sustenta en la norma sismoresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones (E.030). El sistema estructural de la edificación en la cual se compararon los métodos de análisis sísmicos es albañilería confinada, así mismo consta de cuatro niveles, ubicado en suelo tipo S2, zona sísmica 3. El resultado muestra que el orden de mayor a menor en función de las solicitaciones demandadas de los análisis sísmico de la norma E.030 son: análisis sísmico estático, análisis modal espectral y análisis modal tiempo historia. El análisis sísmico estático es en promedio 23% mayor que el análisis modal espectral y 183% mayor que el análisis modal tiempo historia.

Palabras claves: Comparación, análisis sísmico estático, análisis modal espectral, análisis modal tiempo historia, albañilería confinada.

ABSTRACT

This research “Comparison between the static method and dynamic method (response spectrum and time history) applied in a confined masonry four story multifamily building located in the city of Cajamarca” had as objective determine the order of highest to lowest in function of the requested solicitations by the seismic analysis given by the Seismic Code E.030 with the purpose of better understanding of the application of these analysis methods. The theoretical basis is supported on the earthquake resistance code of the National Building Code (E.030). The building structural system where the seismic methods were applied is confined masonry, it has four stories, and it is located in soil type S2, seismic zone 3. The result shows the order of highest to lowest in function of the requested solicitations of the requested solicitations of the Seismic Code E.030 are: static seismic analysis, response spectrum analysis and time history analysis. The static seismic analysis is on average 23% higher than the response spectrum analysis and 183% higher than the time history analysis.

Keywords: Comparison, static seismic analysis, response spectrum analysis, time history analysis, confined masonry.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

Las variables que definen un sismo se caracterizan por ser aleatorias (ubicación, magnitud, profundidad, etc.) y las normas sísmicas buscan simular solicitaciones similares a las que una estructura estaría expuesta durante un evento de similares condiciones. El estudio de los daños en los diferentes tipos de edificaciones ha llevado a los ingenieros desde mediados del siglo pasado hasta nuestros días a la continua investigación a fin de preparar las edificaciones por lo menos para salvaguardar la vida de sus ocupantes durante la ocurrencia de un sismo de características definidas.

Entonces, en esa búsqueda de soluciones, las entidades estatales en coordinación con los comités técnicos han ido promulgando códigos de diseño sísmico para prevenir futuros daños estructurales en las edificaciones a fin de buscar solicitaciones sísmicas, las mismas que se dan inherentemente dentro de toda edificación expuesta a un evento sísmico (desplazamientos, reacciones, deformaciones, en fin). La norma sísmica peruana E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones se vale de dos métodos; uno denominado Análisis Sísmico Estático y el otro, Análisis Sísmico Dinámico, esté último bajo dos modalidades, el Análisis Modal Espectral y el Análisis Tiempo Historia (también llamado Análisis Paso a Paso) para calcular estas solicitaciones, a fin de que con éstas se proceda al diseño de los elementos resistentes de la edificación.

Ante el panorama descrito, esta investigación busca aplicar cada uno de los métodos sísmico de análisis descritos en la norma E.030 en una estructura de albañilería confinada a fin de comparar las solicitaciones en dicha estructura.

1.2 OBJETIVO

Determinar el orden de mayor a menor de los métodos de análisis sísmicos dados en la norma E.030 en función de las solicitaciones demandadas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El historial sísmico del Perú nos afirma que nuestro territorio siempre ha estado expuesto a sismos de magnitudes moderadas a severas (5.0 Mw - 9.9 Mw), por lo tanto, las edificaciones peruanas deberían ser analizadas durante el proceso de planeamiento para responder satisfactoriamente ante un posible evento sísmico de magnitudes dañinas. En vista, que la gran mayoría de edificaciones son comunes como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales (norma E.030), es necesaria la intervención del ejercicio profesional del ingeniero civil, ya que éste se encuentra en la capacidad de analizar y diseñar estructuras sismo resistentes que mengüen pérdidas de vidas humanas y materiales durante un evento sísmico.

En nuestro país la norma que rige el diseño sismo resistente de edificaciones es la E.030 (Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE) en la cual se establecen dos métodos de análisis sísmico, los cuales son: el método estático y el método dinámico y dentro de éste último están el método modal espectral y el método tiempo historia. Estos métodos de análisis sísmico han sido las formas cotidianas que han regido mi desempeño como bachiller en ingeniería civil y a través de la presente investigación pretendía averiguar cuál de los tres métodos arroja mayor sollicitación estructural en una edificación de albañilería confinada, con el fin de investigar qué es lo que hace que tal o cual método arroje mayores sollicitaciones respecto de los otros, ya que éste ha sido el común denominador de muchas estructuras que he analizado hasta la actualidad.

La presente investigación tiene la finalidad de comprender mejor la aplicación de los métodos de análisis sísmicos

1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

El análisis sísmico por el método estático incrementa las sollicitaciones en la estructura de albañilería confinada, por encima de los métodos modal espectral y tiempo historia.

1.4.1 VARIABLES

Variable independiente X: la edificación

Variables dependientes Y: los métodos de análisis sísmicos

1.5. ASUNCIONES

Es necesario hacer hincapié que la investigación ejecutada es teórica, por lo tanto es importante hacer algunas aclaraciones a fin de evitar malos entendidos.

- El suelo donde se está analizando la estructura, objeto de esta investigación, tiene características similares a los suelos en donde se registraron los sismos que se habrán de utilizar aquí, los cuales son descritos en el ítem 2.10.
- La estructura tiene comportamiento lineal.
- Según la norma E.030, el análisis sísmico estático solamente debe aplicarse a edificaciones en zona sísmica 1, sin embargo, a pesar que la edificación utilizada en esta investigación está en Cajamarca que es zona sísmica 3, se ha realizado la investigación a pesar de esta condición dada en la norma, puesto que la investigación pretende comparar los análisis sísmicos, mas no realizar al diseño estructural de la edificación.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ALBAÑILERÍA CONFINADA

2.1.1. Alcance Histórico de la albañilería

El registro histórico más fiable acerca de la albañilería que la humanidad posee se encuentra en la Biblia, en el libro de Génesis, capítulo 11, versículo 3: “Y se dijeron unos a otros: Vamos, hagamos ladrillo y cozámoslo con fuego. Y les sirvió el ladrillo en lugar de piedra, y el asfalto en lugar de mezcla.” Esta cita, en la línea del tiempo sería demasiado impreciso ubicar dada su antigüedad, sin embargo, lo que sabemos de aquella historia es que los hombres de aquel entonces pretendían construir una edificación *que llegue hasta los cielos*.

Gallegos & Casabonne (2005) manifiesta que los primeros vestigios de albañilería se encuentran en Jericó con una antigüedad de aproximada de 7000 años a. C.

Respecto de esta realidad, el hombre peruano, ha sido uno de los pioneros en construcciones de albañilería a lo largo de toda su historia. Prueba de esto es Caral, (Wikipedia, 2017) con sus pirámides y sus plazas circulares entre otras edificaciones, que tiene una antigüedad de 5.000 años aproximadamente, cuando en el resto de América el desarrollo urbano comenzó 1500 años después. Otro caso que podemos citar, es Chavín de Huántar (1200 a. C.), clásico ejemplo de albañilería con unidades de piedra, presentes en todas sus estructuras.

En todo caso, sin salir siquiera del casco urbano de la ciudad de Cajamarca, no podemos dejar de mencionar a Huacaloma, que con sus murallas y plazoleta, todas hechas a base de unidades de piedra confinadas con mortero de barro, son testigos mudos que muestran la práctica de la albañilería como sistema estructural primitivo de edificación.

Por lo tanto, se puede concluir que la albañilería ha sido el primer sistema estructural, que el hombre ha utilizado, desde que éste tiene noción de construir edificaciones como viviendas, templos, murallas, necrópolis, en fin.

En la actualidad, este sistema de construcción sigue vigente en el común de las edificaciones de uso habitacional. Destacando que el sistema ha evolucionado a través del tiempo, mejorando los tipos de albañilería y sus componentes (unidades de albañilería, mortero, refuerzo, concreto).

2.1.2. TIPOS DE ALBAÑILERÍA

El siguiente gráfico resume la clasificación de los diferentes tipos de albañilería.

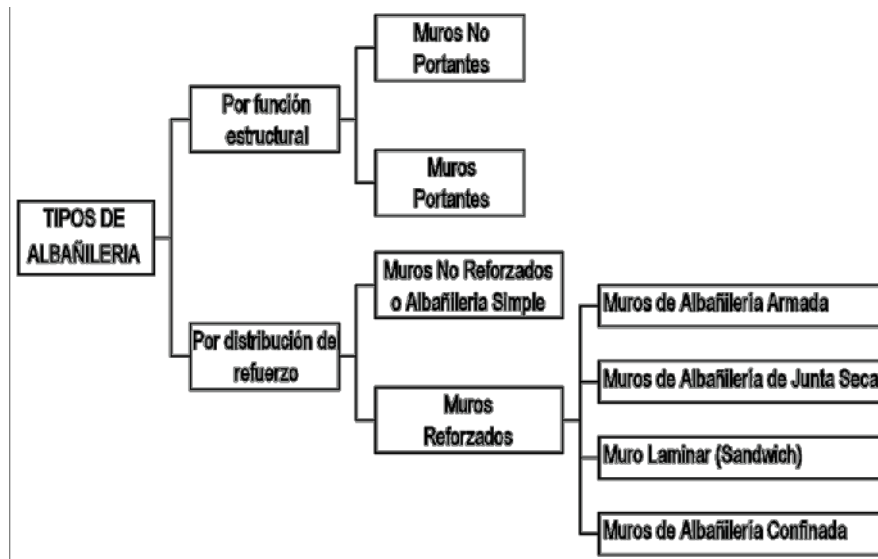


Figura 1. Clasificación de los tipos de albañilería. Adaptado de San Bartolomé, Quiun, & Silva, Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería, (2011).

2.1.3. COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

El siguiente gráfico resume la clasificación de los diferentes componentes de albañilería.



Figura 2. Clasificación por sus componentes. Adaptado de San Bartolomé, Quiun, & Silva, Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería, (2011).

2.2. COMPORTAMIENTO SISMICO DE LA ALBAÑILERIA

2.2.1 Comportamiento sísmico real de muros portantes

San Bartolomé, Quiun, & Silva, (2011) pone en manifiesto que las viviendas de albañilería no reforzada y las de adobe son las que han mostrado mayores daños en todos los eventos sísmicos pasados, dado que son más vulnerables. Puesto que el carácter de falla frágil que posee la albañilería no reforzada, su uso no está permitido en la Norma E.070.

Deteniéndonos, específicamente en la albañilería confinada, entre los principales defectos observados, se pueden mencionar:

- Creencia que basta con una sola columna para confinar un muro, ignorándose que la acción sísmica es de carácter cíclico. La norma E.070 (Ministerio de Vivienda C. y., 2008) es enfática en señalar las condiciones a cumplir para considerar confinado a un muro.
- Columnas muy espaciadas entre sí. Cuando ocurre esto, la albañilería puede colapsar ante las acciones sísmicas perpendiculares a su plano. También, el efecto de confinamiento se pierde en la región central del muro y el tamaño de las grietas diagonales se torna incontrolable, deteriorándose la albañilería.
- Propagación de la falla por corte desde la albañilería hacia los extremos de los elementos de confinamiento. La energía acumulada en un muro antes de su falla por corte es elevada y aunque va disipándose a través de las grietas de flexión (que generalmente se forman en las columnas antes que se inicie la grieta por corte en el muro), también puede disiparse en forma explosiva deteriorando los elementos de confinamiento. Si estos elementos poseen estribos muy espaciados en sus extremos, no se podrá controlar el tamaño de dichas grietas.
- Escasa densidad de muros en una o en las dos direcciones de la edificación. Es necesario precisar que los muros se comportan como láminas que presentan rigidez y resistencia solo en su plano. Por tanto, un muro longitudinal largo, terminará quebrándose ante la acción del sismo en el sentido transversal, por la insuficiencia de muros en esa dirección.

- Secuencia inadecuada de construcción. Algunas veces se construyen primero las columnas, para después levantar la albañilería y finalmente vaciar la solera en conjunto con el techo. Con lo cual, la albañilería portante de carga vertical, pero al no existir conexión en la unión columna-muro, la albañilería termina volcándose ante la acción de cargas sísmicas transversales a su plano. Esto ocurre en especial, en los pisos altos, donde la carga vertical que presiona al muro es pequeña y la aceleración sísmica es elevada.
- Anclaje insuficiente del refuerzo vertical u horizontal. Un defecto frecuente ocurre cuando el refuerzo vertical no penetra adecuadamente en la solera, al haber sido doblado en su zona inferior, lo que produce una reducción en la resistencia a corte-fricción en la junta solera-columna. Debe tenerse especial cuidado con las columnas ubicadas en el perímetro de la edificación, pues estas deben tener un peralte adecuado de manera que el refuerzo longitudinal de la viga solera pueda anclarse.
- Inadecuada transferencia de la fuerza cortante desde la solera hacia el muro. Al desarrollarse el deslizamiento del techo sobre los muros de apoyo, la armadura vertical de los muros trabajará a corte-fricción.
- Adicionalmente a los problemas mencionados, se presentan los problemas clásicos de: torsión en planta, falta de continuidad vertical de los muros, asentamientos diferenciales, presencia de grandes aberturas (ductos) en la losa del techo que atentan contra la hipótesis de diafragma rígido y uso de diafragma flexibles.

2.3. ANALISIS ESTRUCTURAL

2.3.1. Estructuración y Requerimientos Mínimos

a. Diafragma rígido

San Bartolomé, Quiun, & Silva, (2011) manifiestan que un diafragma es un elemento tridimensional que recibe la sollicitación en un “plano” uniaxial que es uno de los de mayor rigidez. Un diafragma rígido es el que se considera que solo

se desplaza en dos direcciones que son las de sus dimensiones grandes en el caso de diafragmas horizontales y tiene una rotación sobre la otra dirección.

El diafragma rígido y la losa o placa al desplazarse igual puede transmitir el desplazamiento a otros elementos como muros los cuales lo harán todos a la vez y de igual forma.

También afirman que la ausencia de un diafragma rígido y vigas soleras, sobre todo en los niveles altos de un edificio, puede originar fallas en los muros ante cargas sísmicas perpendiculares al plano, por carecer de arriostres.

b. Configuración del edificio en planta y elevación

San Bartolomé, Quiun, & Silva, (2011) recomiendan que en lo que respecta a la planta, se deben preferir las formas simples rectangulares, debiendo evitarse configuraciones que tengan formas irregulares, como T, L, U, H y similares, salvo que se separen con juntas sísmicas verticales en bloque rectangulares. De otro modo, la losa podría agrietarse en las esquinas cuando cada franja trate de desplazarse independientemente durante los sismos.

Por otro lado, se debe buscar simetría en planta, tanto de masa como de rigideces, de modo que los efectos de torsión sean reducidos. Es común que el centro de masas coincida aproximadamente con el centroide geométrico de la planta de la edificación. Sin embargo, en caso de apéndices como cuartos de máquinas de ascensores y tanques elevados de almacenamiento de agua, su ubicación en planta puede desplazar el centro de masas y generar excentricidades torsionales en todos los pisos.

Es muy importante, que la densidad de muros debe tender a ser similar en las dos direcciones principales de la edificación. En muchos casos, la dirección paralela a la fachada es de poca longitud, por lo que usualmente no se puede contar con una cantidad apropiada de muros en esa dirección, eso debe resolverse incorporando muros, placas o columnas de concreto armado, orientando su mayor peralte en la dirección corta.

2.3.2. Dimensionamiento de muros

a. Espesor efectivo “t”

La Norma E.070 establece una relación entre el espesor efectivo “t” y la altura libre “h” del muro, que depende de la zona sísmica especificada en la Norma E.030.

$$t \geq \frac{h}{20} \text{ Para las zonas sísmicas 2 y 3} \quad \dots(\text{Ec. 2.01})$$

$$t \geq \frac{h}{25} \text{ Para la zona sísmica 1} \quad \dots(\text{Ec. 2.02})$$

b. Densidad mínima de muros reforzados y muros a reforzar

La densidad mínima de muros se obtiene mediante la relación de área de corte de los muros reforzados orientados en una determinada dirección, dividida entre el área de la planta típica.

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de planta típica}} = \frac{\sum Lt}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56} \quad \dots(\text{Ec. 2.03})$$

Donde: Z, U y S corresponden a los factores de zona sísmica, importancia y de suelo respectivamente, especificados en la norma E.030.

N = número de pisos del edificio

L = longitud total del muro (incluyendo columnas, si existiesen)

t = espesor efectivo del muro

2.3.4. Metrado de cargas y centro de masas

El metrado de cargas verticales, también llamadas de cargas de gravedad, en los muros, provocan esfuerzos axiales. Además, las cargas de gravedad influyen en el valor de la resistencia a fuerza cortante de los muros de gravedad influyen en el valor de la resistencia a fuerza cortante de los muros.

Las cargas de gravedad son de dos tipos: cargas muertas o permanentes y cargas vivas o sobrecargas. Los valores unitarios de estas cargas aparecen en la norma E.020, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Las cargas verticales también se pueden dividir en cargas directas y cargas indirectas. Las cargas directas son aquellas que actúan directamente sobre el muro, tales como su peso propio, el de la solera, columnas, dinteles y cualquier otro elemento que se construya en el plano del muro o confluya perpendicularmente a él.

Las cargas indirectas son las que provienen de las losas de techo, como el peso propio de la losa, los acabados de la losa y la carga viva actuante en la losa.

En el centro de masas de cada nivel, se concentra la fuerza sísmica. Cuando existe simetría en la disposición de los muros y en el resto de elementos, el centro de masas coincide con el centroide de la planta, de lo contrario, éste se corre hacia la zona donde existe mayor concentración de muros. Es necesario remarcar que el peso de los muros es importante, llegando a constituir a veces más del 40% del peso total del edificio.

2.3.5. Análisis Sísmico

a. Cortante basal, fuerzas sísmicas y torsión

Usualmente, las edificaciones de albañilería son de mediana altura (hasta 5 pisos), muy rígidas y califican como regulares, por lo que para estas situaciones es suficiente con realizar un análisis sísmico estático, donde la determinación de la fuerza cortante basal “V”, en las direcciones principales de la edificación está dada por: $V = \frac{ZUCS}{R} P$

Los factores, Z = factor de zona, U = factor de uso, S = factor de suelo, aparecen en la norma sísmica E.030. Los términos C, P y R serán tratados para el caso específico de edificios de albañilería.

b. El factor de amplificación sísmica “C” depende del período “T” de la estructura y del tipo de suelo donde se ubica la edificación “T_p”. Si la edificación cuenta con abundantes muros de albañilería orientados en una dirección, el periodo fundamental “T” se estima como: $T = h_n / C_T$, donde h_n = altura total de la edificación en metros, y C_T = 60 para estructuras de mampostería. El factor de amplificación sísmica C, tiene un máximo valor de 2.5 para todos los edificios rígidos que tengan un periodo fundamental T < T_p, por lo tanto, para edificaciones comunes de 1 a 5 pisos de mampostería en el Perú, puede emplearse C = 2.5 en la evaluación de “V”.

c. El coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas “R” adopta el valor de 3 aunque según la norma anterior E.030 (2009), así como San Bartolomé (2011), recomiendan al menos hacer un análisis con R = 6, puesto que al realizarse en forma directa el análisis elástico ante “sismo severo” (R = 3), podría obtenerse en

los muros fuerzas cortantes que superan a su resistencia al agrietamiento diagonal (V_m), lo cual no significa que el muro haya colapsado, sino que incurrió en el régimen inelástico. Puesto que la formación de grietas diagonales trae consigo la degradación de rigidez lateral en los muros, se originaría una redistribución de esfuerzos que no son contemplados por los programas de cómputo. Por tanto, para que existe afinidad entre el análisis y el comportamiento estructural, es conveniente realizar el análisis sísmico elástico ante la acción de “sismo moderado” utilizando $R = 6$.

2.3.6. Modelo Estructural

La norma E.070 permite el uso de cualquier técnica de modela estructural en las edificaciones de albañilería y el empleo de cualquier técnica de solución, con tal de que se apliquen métodos racionales de cálculo y se contemplen los efectos del proceso constructivo, así como la participación de los elementos no estructurales que no hayan sido aislados de la estructura principal.

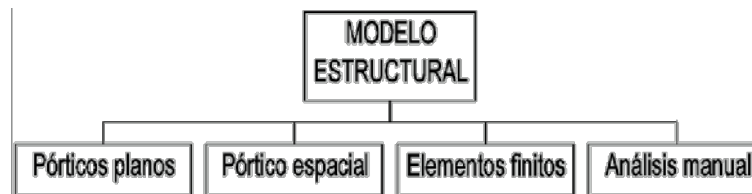


Figura 3. Modelo estructural. Fuente: Elaboración propia.

a. Modelo de pórticos planos

La técnica del pórtico plano ha sido aplicada en numerosos edificios a nivel mundial, desde la década de los 70. Incluso, con esta técnica ha podido predecir con éxito la respuesta elástica de especímenes a escala natural de 5 pisos de altura ensayado a carga sísmica.

La técnica consiste en subdividir el edificio en una serie de pórticos planos con rigidez solo en el plano que los contiene, para después formar un modelo pseudo tridimensional conectando los nudos del pórtico en cada nivel al diafragma rígido. Cada pórtico está compuesto por una serie de barras (muros, columnas y vigas dintel) deformables por flexión, fuerza cortante y carga axial. Cada barra tiene su módulo de elasticidad y módulo de corte y para considerar el efecto del proceso constructivo en la albañilería confinada, se recurre al criterio de la sección transformada, multiplicando el espesor real de la columna por la relación de

módulos de elasticidad (E_c / E_m), manteniendo constante el peralte de la columna, con lo cual, el muro presenta las propiedades del material predominante (albañilería). Lógicamente, en muros de albañilería armada no se aplica este criterio por no existir columnas.

b. Modelo de pórtico espacial

En este modelo se simula el edificio completo como un solo pórtico espacial, compuesto por barras deformables por flexión, fuerza cortante, torsión y carga axial. El conjunto de muros que conforman una sección transversal tipo E, T, L, U, etc, se simula como una barra vertical, que pasa por el centroide de la sección transversal, al igual que las columnas aisladas.

Para simular la hipótesis de Navier en la sección transversal de los muros, se trazan brazos rígidos que parten del centroide del conjunto de muros y terminan en el borde del muro donde nace la viga dintel deformable. Todos los nudos correspondientes a un cierto nivel, incluyendo el centro de masas y sus corrimientos por excentricidad accidental, se conectan a un diafragma rígido, para luego aplicar las cargas laterales F_i en el centro de masas.

Esta técnica no es apta para aplicarla en las edificaciones de albañilería confinada, porque la transformación de las columnas en elementos equivalentes de albañilería depende de la dirección en que actúa el sismo. Es decir, habría que calcular las propiedades de la sección transversal de los muros que están en la dirección X para el sismo en la dirección X y luego modificarlas cuando el sismo actúa en la dirección Y, lo que llevaría a resolver 2 modelos de edificio.

c. Modelo de elementos finitos

En forma alternativa, se puede hacer un modelo por elementos finitos, donde los muros y sus confinamientos se modelan como elementos tipo “shell” y las columnas y vigas que quedan fuera de los muros, con elementos tipo barra o “frame”.

Especial cuidado se debe tener en la unión coplanar entre una viga con el muro. El empotramiento de la viga sobre el muro se simula añadiendo un brazo rígido. La losa de techo también puede modelarse con elementos finitos, o conectando todos los nudos que conforman un nivel determinado (incluyendo al centro de masa donde actúa la fuerza sísmica), a un diafragma rígido.

d. Modelo para análisis manual

Es necesario saber que antes de la existencia de programas de cómputo, las estructuras de albañilería se analizaban mediante métodos manuales de cálculo, que consistían de los siguientes pasos, los cuales se aplicaban principalmente para analizar solo al primer piso.

- Evaluación de la rigidez lateral (K) en cada muro. Para ello se suponía que el muro actuaba en voladizo y se aplicaba el criterio de la sección transformada, contemplando los anchos efectivos de los muros perpendiculares en la determinación de las propiedades de la sección transversal (I , A).
- Cálculo del centro de rigidez lateral (CR)
- Determinación de la rigidez torsional
- Cálculo de la fuerza cortante por torsión en cada muro
- Evaluación de la fuerza cortante por traslación en cada muro
- Cálculo del cortante total en la base de cada muro (V_t)
- Distribución de (V_t) en forma triangular, según la altura del edificio y evaluación de los momentos flectores y fuerzas cortantes por piso, de cada muro; suponiendo a los muros como barras isostáticas en voladizo

La aplicación de la técnica manual de análisis, conduce a buenos resultados en la determinación de la fuerza cortante (V_t) que absorbe cada muro, sin embargo, los momentos flectores (M) resultan muy elevados en comparación con las técnicas computacionales, debido a que en la técnica manual no se considera el efecto hiperestático generado por las vigas dinteles, incrementándose el error, cuando la base de los muros rotan por flexibilidad del suelo. Por lo tanto, la técnica manual podría ser utilizada solo con fines de predimensionamiento por fuerza cortante.

2.4. ANALISIS SISMICO POR EL METODO DE LA FUERZA EQUIVALENTE O ANALISIS SISMICO ESTATICO

2.4.1. Historia del Análisis Sísmico Estático en Estados Unidos

Según literatura americana (Anderson, 2012) describe en su texto titulado Basic Structural Dynamics que el Análisis Sísmico Estático ha estado presente en los códigos de diseño desde finales de la década de los 40, sin embargo, éste ha ido cambiando desde su concepción hasta lo que hoy en día tenemos. A continuación se presenta un resumen traducido de la historia del método sísmico estático:

En **1948**, un comité conjunto fue formado por la Structural Engineers Association of Northern California (SEAONC) y la American Society of Civil Engineers sección San Francisco (ASCE) para redactar un código modelo para los códigos de construcción de California. Bajo los requerimientos de este código, el cortante basal recomendado para el diseño fue:

$$V = CW \quad \dots(\text{Ec. 2.04})$$

Donde W = carga muerta + (1/4) carga viva de diseño

El coeficiente sísmico fue especificado como:

$$C = \frac{0.015}{T} \quad \dots(\text{Ec. 2.05})$$

Donde T = el periodo fundamental del edificio, el cual era determinado por:

$$T = \frac{0.05 h}{D^{1/2}} \quad \dots(\text{Ec. 2.06})$$

Donde h = altura del edificio, en pies y D = longitud del edificio en la dirección considerada, también en pies.

En **1956**, la ciudad de San Francisco promulgó un código de edificación basado en las recomendaciones de un comité unido pero con el coeficiente sísmico incrementado a:

$$C = \frac{0.02}{T}, \quad 0.035 < C < 0.075 \quad \dots(\text{Ec. 2.07})$$

En **1957**, la Structural Engineers Association of California (SEAOC) puso adelante las siguientes recomendaciones:

$$V = KCW \quad \dots(\text{Ec. 2.08})$$

Donde K es un *factor estructural* que fue destinado a introducir el efecto de ductilidad dentro del diseño de edificaciones a través del cortante basal de diseño. El valor de K depende de la capacidad relativa de ductilidad del sistema

estructural, y cuatro tipos de construcción fueron definidos por el comité. Estos eran los siguientes en orden de capacidad de ductilidad incremental:

$K = 1.33$: “Tipo Caja” con cargas verticales tomadas por muros de flexión y muros de corte

$K = 1.00$: Edificios que tienen una estructura espacial de carga vertical

$K = 0.80$: Edificios con un sistema de arriostramiento capaz de resistir cargas laterales

$K = 0.67$: Edificios con carga lateral resistida por una estructura espacial de momento resistente

El coeficiente sísmico fue especificado como:

$$C = \frac{0.05}{T^{1/3}} \quad \dots(\text{Ec. 2.09})$$

El periodo fundamental:

$$T = \frac{0.05H}{D^{1/2}} \quad \dots(\text{Ec. 2.10})$$

Donde H = la altura del edificio en pies y D = la longitud del edificio paralelo a la fuerza del sismo considerada.

La edición de **1961** de la UBC (Uniform Building Code, en español, el Código Uniforme de Construcción) estipuló que el cortante basal sea determinado por:

$$V = ZKCW \quad \dots(\text{Ec. 2.11})$$

Donde, debido a la aplicación nacional de este código, tres zonas sísmicas fueron establecidas y Z fue introducida como un factor de zona teniendo un valor de 1 para la Zona 3 y $\frac{1}{4}$ para la Zona 1. El factor estructural K fue similar al sugerido por las recomendaciones de la SEAOC de 1957. El coeficiente sísmico fue modificado ligeramente a:

$$C = \frac{0.05}{T^{1/3}} < 0.10 \quad \dots(\text{Ec. 2.12})$$

Tenga en cuenta que el límite superior de esta recomendación es la misma que la prescripción japonesa de 1923. Se calculó que el período fundamental de vibración como sigue:

$$T = 0.1 N \text{ para frames resistentes a momentos} \quad \dots(\text{Ec. 2.13})$$

$$T = 0.05 H / D^{1/2} \text{ para otras edificaciones} \quad \dots(\text{Ec. 2.14})$$

El cortante basal fue distribuido en la altura como fuerzas laterales en piso de cada nivel como:

$$F_x = V \frac{w_x h_x}{\sum_i w_i h_i} \quad \dots(\text{Ec. 2.15})$$

El momento de volteo en la base fue:

$$M = J \sum F_x h_x \quad \dots(\text{Ec. 2.16})$$

Donde:

$$J = \frac{0.5}{T^{2/3}} \quad 0.33 \leq J \leq 1 \quad \dots(\text{Ec. 2.17})$$

El momento de volteo, M_x , en el nivel x sobre la base era determinado por interpolación lineal entre el momento M en la base y cero en la parte más alta:

$$M_x = \frac{M(H-h_x)}{H} \quad \dots(\text{Ec. 2.18})$$

Estas recomendaciones asumen una nueva importancia si se tiene en cuenta que la vida útil de un código de diseño de un edificio típico se considera generalmente de 50 años.

En **1967**, el UBC introdujo el concepto de ductilidad detallando los pórticos de concreto reforzado y los pórticos de acero. También se incluyó un requerimiento que una porción del cortante basal sea aplicado como una fuerza concentrada, F_t , en la parte más alta del edificio. Esta carga modificada fue definida así:

$$F_t = 0 \quad \frac{H}{D} \leq 3 \quad \dots(\text{Ec. 2.19})$$

$$F_t = 0.004V \left(\frac{H}{D}\right)^2 \leq 0.15V \quad \dots(\text{Ec. 2.20})$$

El residuo del cortante basal era colocado en los diferentes niveles como antes:

$$F_x = (V - F_t) \frac{w_x h_x}{\sum w h} \quad \dots(\text{Ec. 2.21})$$

Esta modificación pretende tener en cuenta el efecto de altos modos de vibración en estructuras más altas y más flexibles. El momento volcante en la base no fue cambiado excepto que la fuerza extra en el techo ahora fue incluida:

$$M = J (F_t h_t + \sum_1^n F_i h_i) \quad \dots(\text{Ec. 2.22})$$

En los años subsecuentes, el factor del momento volcante fue modificado y luego eliminado, haciendo que $J = 1$.

En **1976**, cambios sustanciales fueron introducidos dentro de las regulaciones sísmicas. Una nueva zona sísmica (Zona 4) fue añadida, representando regiones de falla activa en California y Nevada. La fórmula de cortante basal fue modificada añadiendo dos nuevos factores:

$$V = ZIKCSW \quad \dots(\text{Ec. 2.23})$$

El nuevo factor I, definido como un factor de importancia de ocupación y está relacionado con el azar potencial de seguridad de vida y varía entre 1.0 y 1.5 basados en la ocupación:

$$1.0 \leq I \leq 1.5$$

El límite superior de 1.5 es para facilidades esenciales que necesariamente deben permanecer operacionales después de un sismo. Un valor intermedio de 1.25 es requerido para edificios de asambleas que tienen una ocupación de más de 300 personas en un salón y el límite inferior de 1.0 es para otras edificaciones.

El factor S, es para el factor calculado de resonancia del suelo del sitio de la relación del periodo del edificio con el periodo del suelo del sitio, así:

$$S = 1 + \frac{T}{T_S} - 0.5 \left(\frac{T}{T_S} \right)^2 \quad \frac{T}{T_S} \leq 1 \quad \dots(\text{Ec. 2.24})$$

$$S = 1.2 + 0.6 \frac{T}{T_S} - 0.3 \left(\frac{T}{T_S} \right)^2 \quad \frac{T}{T_S} > 1 \quad \dots(\text{Ec. 2.25})$$

$$S \geq 1.0$$

El coeficiente sísmico fue modificado ligeramente a:

$$C = \frac{1}{1.5T^{1/2}} \leq 0.12 \quad \dots(\text{Ec. 2.26})$$

Donde: T = 0.10 N para estructuras de momentos dúctiles

$$T = 0.05 H / D^{1/2} \text{ para otras edificaciones}$$

Estas regulaciones también permitieron que el periodo del edificio sea determinado usando el método de Rayleigh en la forma:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \omega_i \delta_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i \delta_i}} \quad \dots(\text{Ec. 2.27})$$

El producto CS no debía exceder de 0.14.

Como en el código UBC de 1967, una porción del cortante basal era requerido para ser ubicado en la parte más alta del edificio. Sin embargo, este requerimiento fue revisado de la siguiente manera:

$$F_t = 0 \quad T \leq 0.7 \text{ sec} \quad \dots(\text{Ec. 2.28})$$

$$F_t = 0.07 TV < 0.25 V \quad T > 0.7 \text{ sec} \quad \dots(\text{Ec. 2.29})$$

Finalmente, el código de 1967 incluía una limitación de deriva y una provisión especial para elementos no estructurales. La deriva calculada dentro de cualquier piso causado por las fuerzas laterales estaba limitada por lo siguiente:

$$\Delta \leq 0.005H \quad K \geq 1 \quad \dots(\text{Ec. 2.30})$$

$$\Delta \leq 0.005KH \quad \dots(\text{Ec. 2.31})$$

Donde Δ = desplazamiento lateral dentro de un piso

La mayor parte del código de 1967 fue tomado en la continuación de la edición del código de 1985.

ATC 3-06, 1978 DOCUMENTO DE RECURSOS PARA LOS CODIGOS MODELO

En 1978, un grupo nacional de expertos en el campo de la ingeniería sísmica fue convocado por el Applied Technology Council (ATC) (Concilio de Tecnología Aplicada) para escribir un documento de recurso para códigos modelo que podrían incorporar las últimas tendencias e investigaciones en el diseño de estructuras sismo-resistentes.

NEHRP 85, 1985

Tras su revisión y comentarios, las principales disposiciones de ATC 3-06 fueron publicados por el National Earthquake Hazard Reduction Program (NEHRP) (en español, el Programa Nacional de Reducción de Riesgo de Terremoto) como un código, NEHRP 85, con cambios menores. El cortante en la base del diseño fue especificado por la fórmula básica:

$$V = C_s W \quad \dots(\text{Ec. 2.32})$$

Donde: W = el peso total de la estructura, incluyendo fijaciones permanentes

El coeficiente de diseño sísmico se basa en un terremoto que tiene una probabilidad de excedencia 10% en 10 años y se determina a partir de la fórmula:

$$C_s = \frac{1.2A_v S}{RT^{2/3}} \leq \frac{2.5A_a}{R} \quad \dots(\text{Ec. 2.33})$$

Donde: A_v = velocidad pico efectiva-aceleración relativa

A_a = aceleración pico efectiva

S = coeficiente del suelo del sitio

R = factor de modificación de respuesta

T = periodo fundamental de la edificación

El periodo de la edificación puede ser estimada usando una de las siguientes fórmulas:

Para pórticos resistentes a momentos

$$T = C_T h_n^{3/4} \dots(\text{Ec. 2.34})$$

Donde: $C_T = 0.035$ para pórticos de acero

$C_T = 0.030$ para pórticos de concreto armado

Para los otros edificios

$$T = \frac{0.05h_n}{\sqrt{L}} \dots(\text{Ec. 2.35})$$

Donde L = longitud del edificio en la dirección considerada

El diseño del desplazamiento de entrepiso, Δ , es la diferencia entre la deflexión δ_x en la parte más alta del piso en consideración y δ_x en la parte más baja del piso en consideración. El desplazamiento de entrepiso está basado en las deflexiones calculadas y esta evaluada por la fórmula:

$$\delta_x = C_d \delta_{xe} \dots(\text{Ec. 2.36})$$

Donde: C_d = coeficiente de deflexión dado ($1.25 \leq C_d \leq 6.5$)

Δ_{xe} = deflexiones determinadas por un análisis elástico

El coeficiente de deflexión aumenta el desplazamiento elástico causado por el comportamiento elástico, mientras que el coeficiente de disipación reduce la fuerza causada por el comportamiento inelástico.

UBC 1988

Esta versión de la UBC proporciona para el uso del procedimiento de fuerza estática equivalente un análisis dinámico de estructuras regulares bajo 240 pies de altura, pero requiere un análisis dinámico de estructuras para estructuras irregulares más de 240 pies de altura.

El cortante basal fue dado por la fórmula:

$$V = \frac{ZICW}{R} \dots(\text{Ec. 2.37})$$

Donde Z = factor de zona sísmica

I = factor de importancia ocupacional

C = coeficiente numérico, el cual depende de las condiciones del suelo en el sitio y del periodo de la estructura

W = carga muerta de la estructura

R_w = factor que representa la ductilidad del sistema estructural

El coeficiente sísmico del sitio, depende de las características del suelo y del periodo fundamental de la estructura, especificado por la fórmula:

$$C = \frac{1.25 S}{T^{2/3}} \leq 2.75 \quad \dots(\text{Ec. 2.38})$$

$$\frac{C}{R_w} \geq 0.075 \quad \dots(\text{Ec. 2.39})$$

El periodo del edificio puede ser determinado por cualquier análisis o usando una fórmula empírica. La fórmula empírica tiene esta forma:

$$T = C_t h_n^{3/4} \quad \dots(\text{Ec. 2.40})$$

Donde: C_t = 0.0035 para pórticos de acero

C_t = 0.030 para pórticos de concreto armado y pórticos excéntricos

C_t = 0.020 para el resto de edificios

Si el periodo se determina usando el método de Rayleigh u otro método, el valor de C debe ser al menos el 80% del valor obtenido usando la fórmula empírica apropiada.

La deriva del entrepiso para edificios que de 65 pies o más altos no pueden exceder cualquiera de las dos siguientes condiciones:

$$\Delta \leq \frac{0.03 h}{R_w} \quad \dots(\text{Ec. 2.41})$$

$$\Delta \leq 0.004 h \quad \dots(\text{Ec. 2.42})$$

Para edificios de menos de 65 pies de altura, el desplazamiento de entrepiso no debe de exceder cualquier de las siguientes condiciones:

$$\Delta \leq \frac{0.04 h}{R_w} \quad \dots(\text{Ec. 2.43})$$

$$\Delta \leq 0.005 h \quad \dots(\text{Ec. 2.44})$$

UBC 1997

La revisión de 1997 de la UBC incorpora muchas de las recomendaciones del ATC 3-06. Aunque el código provee el uso del procedimiento de la fuerza equivalente, expande el requerimiento de un análisis dinámico para incluir

estructura irregulares de 65 pies de altura en edificios ubicados en suelos pobres (tipo S_F) que tengan un periodo mayor a 0.7 seg. En esta edición, el énfasis se ubica en el diseño por resistencia antes que en el trabajo de esfuerzos, y las cargas sísmicas están basadas en las condiciones de resistencia. Esta es una desviación de las anteriores ediciones de la UBC, que se basaron en el diseño por trabajo de esfuerzos.

Cortante Basal de Diseño. El cortante basal de diseño se especifica en la siguiente expresión:

$$V = \frac{C_v I}{RT} W \quad \dots(\text{Ec. 2.45})$$

Donde: T = periodo fundamental de la estructura en la dirección considerada

I = factor de importancia ocupacional

C_v = coeficiente de velocidad relativa sísmica, que ahora incluye el efecto de las condiciones generales del suelo del sitio

W = carga muerta sísmica

R = factor que toma en cuenta la ductilidad y sobre-resistencia del sistema estructural

El cortante basal especificado en la ecuación anterior está sujeta a las tres limitaciones siguientes:

1. El cortante basal de diseño no debe exceder:

$$V = \frac{2.5 C_a I}{R} W \quad \dots(\text{Ec. 2.46})$$

2. El cortante basal de diseño no debe ser menor que:

$$V \geq 0.11 C_a I W \quad \dots(\text{Ec. 2.47})$$

Dónde: C_a = coeficiente de aceleración relativa sísmica, la cual también incluye el efecto de las condiciones generales del suelo del sitio

W = carga muerta sísmica

I = factor de importancia ocupacional

3. En la zona de mayor sismicidad (Zona 4), el cortante basal requerido es:

$$V \geq \frac{0.8 Z N_v I}{R} W \quad \dots(\text{Ec. 2.48})$$

Donde: Z = factor de zona sísmica

N_v = el factor fuente cercana a la falla y los demás factores son como se define anteriormente

Periodo del edificio. La fórmula básica del periodo del edificio es la misma que la de la UBC de 1988. La excepción es que las restricciones del método de Rayleigh han sido sosegadas. En la Zona 4, el valor calculado por el procedimiento de Rayleigh no debe ser mayor del 30% que el dado por la fórmula. En las otras tres zonas sísmicas, no debe ser mayor del 40%.

Limitaciones de deriva. El máximo desplazamiento inelástico es definido por:

$$\Delta_M = 0.7 R \Delta_S \quad \dots(\text{Ec. 2.49})$$

Este desplazamiento debe incluir ambas traslaciones y torsión con contribuciones elásticas e inelásticas. El desplazamiento, Δ_S , es el desplazamiento respuesta a nivel de diseño. Para estructura con un periodo menor a 0.7 seg, la máxima deriva de entrepiso está limitada a:

$$\Delta_a \leq 0.025h \quad \dots(\text{Ec. 2.50})$$

Donde h = la altura de entrepiso

Para estructura con un periodo mayor a 0.7 seg:

$$\Delta_a = 0.020 h \quad \dots(\text{Ec. 2.51})$$

2.4.2. Historia del Análisis Sísmico Estático en Perú

Blanco Blasco, (2010) durante el Seminario “Normatividad Y Gestión Para Edificaciones Sostenibles Y Saludables” presentó la “Evolución de las Normas Sísmicas Peruanas y el Diseño Sismorresistente”.

En **1970** se publica el Reglamento Nacional de Construcciones, incluyendo en el Capítulo IV, las exigencias para “Seguridad Contra el Efecto Destructivo de los Sismos”.

Para la determinación de la fuerza sísmica lateral se usaba la expresión:

$$H = UKCP \quad \dots(\text{Ec. 2.52})$$

Donde: C = factor que determina el porcentaje de la carga permanente más una parte de la carga viva que debe tomarse como cortante sísmico en la base. Se calcula con:

$$C = \frac{0.05}{T^{1/3}} \quad \dots(\text{Ec. 2.53})$$

Donde: $T = \frac{0.09 h}{D^{1/2}}$, para estructuras con solamente pórticos

$T = \frac{0.05 h}{D^{1/2}}$, para estructuras rígidas con gran cantidad de muros

$T = \frac{0.07 h}{D^{1/2}}$, para estructuras mixtas

T se podía estimar con $T = 0.1N$ (N = número de pisos)

P = Carga muerta de la estructura

U = coeficiente sísmico según la regionalización sísmica y uso de la edificación región

Tabla 1

Coeficiente sísmico según el Uso de la Edificación

Tipo de Construcción	Uso de la Edificación	Región		
		1	2	3
	A	Viviendas rurales y populares		
	B	1.0	0.8	0.6
	C	1.2	1.0	0.7
	D	Estructuras especiales (Reactores atómicos, etc)		

(Blanco Blasco, 2010)



Figura 4. Mapa de Regionalización Sísmica 1970

K = Coeficiente que evalúa el tipo de estructura

K = 1.33 para estructuras tipo cajón con muros

K = 1.00 para estructuras mixtas con muros y pórticos

K = 0.80 para estructuras con pórticos dúctiles para resistir el 25% de la fuerza cortante basal

K = 0.67 para estructuras solamente con pórticos dúctiles

En 1977 se aprueba la incorporación de la Norma Básica de Diseño Sismorresistente al Reglamento Nacional de Construcciones, la cual reemplaza a la anterior. En esta nueva norma el cálculo de la cortante total en la base, se obtiene de:

$$H = \frac{ZUSC}{R_d} P \quad \dots(\text{Ec. 2.54})$$

Donde: Z = factor de zona sísmica

Zona 1 = 1.0

Zona 2 = 0.7

Zona 3 = 0.3



Figura 5. Mapa de Regionalización Sísmica 1977

U = factor de uso

Tabla 2

Factor de Uso

VALORES DE U		
CATEGORIA A	CATEGORIA B	CATEGORIA C
Decide el proyectista	1.3	1.0

(Blanco Blasco, 2010)

S = factor de amplificación del suelo

Tabla 3

Valores de S

SUELO	S	Ts (seg)
I	1.0	0.3
II	1.2	0.6
III	1.4	0.9

(Blanco Blasco, 2010)

C = coeficiente de amplificación sísmica

$$C = \frac{0.8}{T_s+1} \dots\dots(\text{Ec. 2.55})$$

R_d = coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

Tabla 4

Coeficiente de Reducción

Valores de Rd	
Características de la edificación	Rd
Edificios de concreto armado apoticados. Edificios de pórticos de acero	6.0
Edificios de concreto armado con pórticos dúctiles especiales y muros de corte en los que:	5.0
a) Los pórticos y muros de corte resistirán la fuerza horizontal total según sus rigideces.	
b) Los pórticos tendrán la capacidad para resistir no menos del 25% de la fuerza horizontal. Edificios similares a los del caso anterior excepto que sus pórticos y/o muros no satisfacen íntegramente los requisitos especiales de ductilidad	4.0
Edificios de madera y de acero no incluidos en otros casos. Edificios en los que las fuerzas horizontales son resistidas por muros de corte. Tanques elevados, silos y estructuras tipo péndulo invertido.	3.0
Edificios con muros de albañilería confinada o armada.	2.5
Edificios con muros de albañilería sin confinar, construcciones de adobe y otros	1.5

(Blanco Blasco, 2010)

El periodo fundamental T se determinará mediante procedimientos teóricos que cumplan con las ecuaciones de la dinámica y que se consideren las características estructurales y la distribución de masas de la edificación. De no usarse los procedimientos anteriores, el periodo puede determinarse con las siguientes expresiones, las cuales se aplican en cada dirección de acuerdo a la estructuración correspondiente.

$$T = 0.08N, N = \text{número de pisos} \dots\dots(\text{Ec. 2.56})$$

$$T = \frac{0.09 h}{D^{1/2}}, \text{ para estructuras con solamente pórticos y cajas de ascensores}$$

$$T = \frac{0.05 h}{D^{1/2}}, \text{ para estructuras rígidas con gran cantidad de muros}$$

$$T = \frac{0.07 h}{D^{1/2}}, \text{ para estructuras mixtas}$$

En 1996, ocurre un sismo de Nazca, donde se observó que los edificios nuevos seriamente dañados. En este sismo se comprobó que las deformaciones laterales de los edificios eran mayores que los resultados que se obtenían con los coeficientes de la norma sísmica de 1977. Se decide cambiar la norma. El nivel de fuerzas no debería cambiarse, sino el cálculo de las deformaciones laterales entre piso y piso. Se hace una nueva norma, manteniendo el nivel de fuerzas pero obteniéndose desplazamientos 2.5 veces más grandes que los se obtenían con la norma antigua. Para esto se cambian los coeficientes de la expresión general

$$H = \frac{ZUSC}{R_d} P$$

cambiando los valores de R, ahora multiplicados por 2.5, de modo que cuando se calculen las deformaciones laterales se obtengan valores mayores.

La determinación de la fuerza cortante en la base, se determina a partir de la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P \quad \frac{c}{R} \geq 0.1 \quad \dots(\text{Ec. 2.57})$$

U = factor de uso

Tabla 5

Categoría de Edificación

VALORES DE U		
CATEGORÍA A	CATEGORÍA B	CATEGORÍA C
Edificaciones esenciales	Edificaciones importantes	Edificaciones comunes
1.5	1.3	1.0

(Blanco Blasco, 2010)

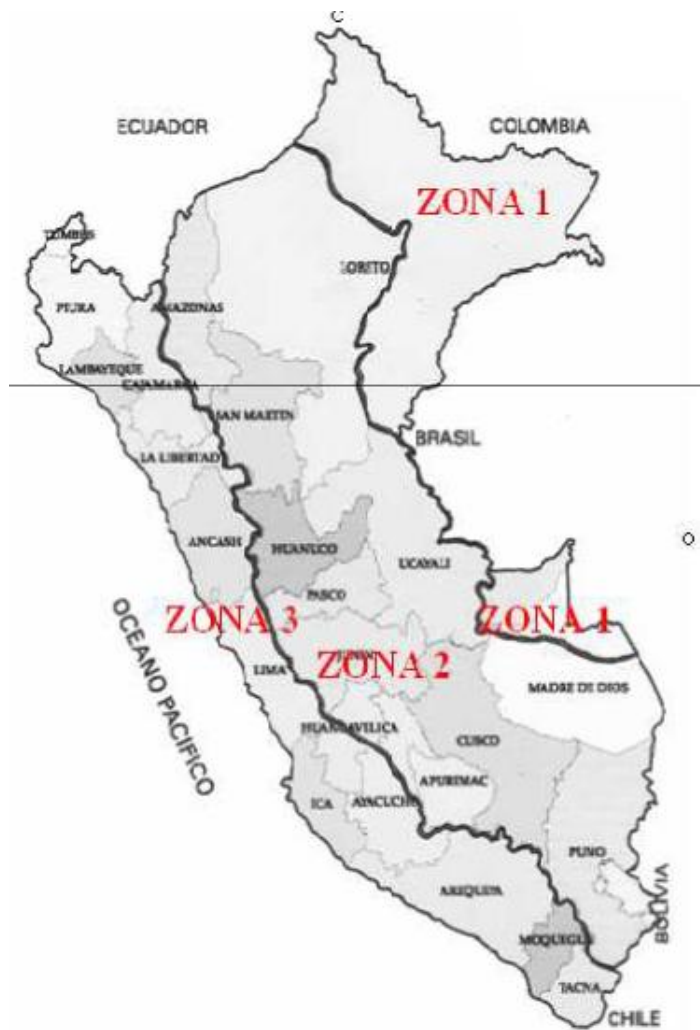


Figura 6. Mapa de Regionalización Sísmica 1996

S = factor de amplificación del suelo

Tabla 6

Valores de S

Suelo	S	Ts (seg)
S1	1.0	0.3
S2	1.2	0.6
S3	1.4	0.9

(Blanco Blasco, 2010)

R = coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas

Tabla 7*Valores de R*

Características de la edificación	Rd
Con pórticos de concreto armado. Pórticos de acero. Sistema dual (muros – pórticos).	10.0
Con muros de concreto armado	7.5
Con muros de albañilería confinada o armada	6.0
Construcciones de madera	7.0

(Blanco Blasco, 2010)

El periodo de la estructura se calcularía ahora de la siguiente manera:

$$T = \frac{hn}{C_T} \quad \dots(\text{Ec. 2.58})$$

Donde: hn = altura total de la edificación en metros

C_T = coeficiente en función del tipo estructural

Tabla 8*Valores de C_T*

C_T	Tipo de Estructura
35	Para estructura solamente con pórticos
60	Para estructuras rígidas con gran cantidad de muros
45	Para estructuras mixtas

(Blanco Blasco, 2010)

C = coeficiente de amplificación sísmica, se determina según la siguiente expresión:

$$C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right)^{1.25} \quad C \leq 2.5 \quad \dots(\text{Ec. 2.59})$$

Los límites para desplazamiento lateral de entrepiso son:

Tabla 9*Derivas Máximas*

Material Predominante	Δ_i / he_i
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.01

(Blanco Blasco, 2010)

En **2001**, ocurre el sismo de Atico (Arequipa, Moquegua y Tacna) y se decide hacer algunos ajustes menores a la norma sísmica.

Se amplificaron las fuerzas de sismo por 1.25 (para considerar un sismo amplificado a cargas últimas), lo cual obliga a variar los factores de reducción por ductilidad. Esta norma se publica en 2003.

El sismo de Arequipa permitió comprobar que la norma de 1997 corrigió el problema del cálculo de desplazamientos laterales. Se hicieron nuevos proyectos de colegios y ahora se necesitaba columnas grandes en la dirección donde no había muros.

Con la nueva norma E.030 **del 2003**, se tiene:

$$V = \frac{ZUSC}{R} P \quad \frac{C}{R} \geq 0.125 \quad \dots(\text{Ec. 2.60})$$

Las zonas sísmicas 1, 2 y 3 los valores no cambian respecto a la norma anterior.

Los parámetros del suelo S y Tp tampoco cambian.

Los valores de U y C se mantienen.

Los límites de las deformaciones laterales de entrepiso tampoco varían.

Tabla 10

Valores de R

Sistema Estructural	R
Acero	
Pórticos dúctiles con uniones resistente a momentos	9.5
Otras estructuras de acero-arriostres excéntricos	6.5
Otras estructuras de acero-arriostres en cruz	6.0
Concreto Armado	
Pórticos	8.0
Dual	7.0
De muros estructurales	6.0
Muros de ductilidad limitada	4.0
Albañilería confinada o armada	3.0
Madera	7.0

(Ministerio de Vivienda, Norma E.030 Diseño Sismorresistente, 2003)

En **2016**, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, actualiza la norma sísmica, sin embargo el cálculo de la fuerza cortante basal se mantiene:

$$V = \frac{ZUSC}{R}P \quad \frac{C}{R} \geq 0.125$$

El factor Z se modifica y se resuelve en una renovada distribución del coeficiente dentro del territorio peruano.



Figura 7. Zonas Sísmicas 2016

El factor U, se mantiene relativamente, salvo una modificación en los establecimientos del sector salud, según lo normado por el Ministerio de Salud.

El factor C, sufre las siguientes modificaciones según el periodo T.

$$T < T_p \quad C = 2.5 \quad \dots(\text{Ec. 2.61})$$

$$T_p < T < T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad \dots(\text{Ec. 2.62})$$

$$T \geq T_L \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p T_L}{T^2} \right) \quad \dots(\text{Ec. 2.63})$$

La determinación del periodo fundamental T se mantiene.

El factor del suelo S y los periodos T_p y T_L tiene los siguientes cambios.

Tabla 11*Factor de Suelo S*

	S₀	S₁	S₂	S₃
Z₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z₁	0.80	1.00	1.60	2.00

(Ministerio de Vivienda, Norma E.030 Diseño Sismoresistente, 2016)

Tabla 12*Periodos T_P y T_L*

	Perfil del Suelo			
	S₀	S₁	S₂	S₃
T_P(s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T_L(s)	3.0	2.5	2.0	1.6

(Ministerio de Vivienda, Norma E.030 Diseño Sismoresistente, 2016)

R = coeficiente de reducción sísmica, que en esta última edición de la norma, estará alterado por factores de irregularidad tanto en altura como en planta.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p \quad \dots(\text{Ec. 2.64})$$

Donde: I_a = coeficiente de irregularidad en altura

I_p = coeficiente de irregularidad en planta

A continuación se detalla el procedimiento de la norma sismo resiste en vigencia que ha regido la presente investigación.

2.5.PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO SEGÚN LA NORMA E.030

2.5.1 Generalidades

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de

muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

2.5.2. Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{ZUCS}{R} P \quad \dots(\text{Ec. 2.65})$$

El valor de C/R no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \quad \dots(\text{Ec. 2.66})$$

2.5.3. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i * V \quad \dots(\text{Ec. 2.67})$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j} \quad \dots(\text{Ec. 2.68})$$

Donde n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura (T), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- a) Para T menor o igual a 0,5 segundos: $k = 1,0$.
- b) Para T mayor que 0,5 segundos: $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$.

2.5.4. Período Fundamental de Vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad \dots(\text{Ec. 2.70})$$

Donde:

h_n = altura total del edificio.

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b) Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i d_i^2}{g \sum_{i=1}^n f_i d_i}} \quad \dots(\text{Ec. 2.71})$$

Donde:

- f_i es la fuerza lateral en el nivel i correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

- d_i es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel i en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas f_i . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental T deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

2.5.5. Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel (F_i) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

- a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental (M_{ti}) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i \quad \dots(\text{Ec. 2.72})$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel (e_i), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

2.5.6. Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a $2/3 (Z U S)$.

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

En nuestro país, según lo refiere la bibliografía, no fue sino hasta mediados de la década de los 60 que los peruanos tuvimos una norma sismo resistente. Antes de eso, nuestras edificaciones, asumimos, se construían en total omisión de cualquier noción de criterio sismo-resistentes.

2.6.ASPECTO CONCEPTUAL DEL ANALISIS MODAL ESPECTRAL

Según el CSI Analysis Reference Manual (2015), el análisis modal espectral es un tipo de análisis estadístico para la determinación de la probable respuesta de una estructura ante carga sísmica.

2.6.1. Generalidades

Las ecuaciones del equilibrio dinámico asociadas con la respuesta de una estructura con suelo en movimiento está dada por:

$$K\mathbf{u}(t) + C\dot{\mathbf{u}}(t) + M\ddot{\mathbf{u}}(t) = m_x\ddot{u}_{gx}(t) + m_y\ddot{u}_{gy}(t) + m_z\ddot{u}_{gz}(t) \quad (\text{Ec. 2.73})$$

Donde \mathbf{K} es la matriz de rigidez, \mathbf{C} es la matriz de amortiguamiento proporcional, \mathbf{M} es la matriz de masa diagonal, \mathbf{u} , $\dot{\mathbf{u}}$ y $\ddot{\mathbf{u}}$ son los desplazamientos relativos, velocidades y aceleraciones con respecto al suelo, m_x , m_y y m_z son las cargas

unitarias de aceleración, y \ddot{u}_{gx} , \ddot{u}_{gy} y \ddot{u}_{gz} son los componentes de la aceleración uniforme del suelo.

El análisis de respuesta espectral busca la máxima respuesta probable de estas ecuaciones en lugar de la historia completa. La aceleración del suelo de un terremoto en cada dirección está dada como una curva digitalizada de respuesta espectral de respuesta de aceleración pseudo-espectral versus periodo de la estructura.

Aunque las aceleraciones pueden ser especificadas en las tres direcciones, solo una, de resultado positivo es producida para cada cantidad de respuesta. Las cantidades de respuesta incluyen desplazamiento, fuerzas y esfuerzos. Cada resultado calculado representa una medida estadística de la magnitud máxima probable para esa cantidad de respuesta. La respuesta puede ser esperada para variar en un rango de un valor positivo a negativo.

Ninguna correspondencia entre dos cantidades de respuesta está disponible. No existe información disponible en cuanto a cuando este valor extremo se produce durante la carga sísmica, o en cuanto a lo que los valores de otras magnitudes de respuesta son en ese momento.

El análisis de respuesta espectral se realiza usando el modo de superposición (Wilson y Button, 1982). Los Modos pueden haber sido calculados usando el análisis eigenvector o el análisis de vector Ritz. Los vectores Ritz son recomendados dado que éstos arrojan resultados más exactos para el mismo número de Modos. Usted debe definir un Caso de Carga Modal que calcule los modos y luego referir ese Caso de Carga Modal en la definición del Caso de Espectro de Respuesta.

El espectro de respuesta puede considerar respuesta rígida de alta frecuencia si se lo requiere y si los modos apropiados han sido calculados. Cuando el modo eigen es usado, usted debe requerir el cálculo de los vectores de corrección estática. Esta información está automáticamente disponible en la generación de modos Ritz para la aceleración del suelo. En cualquier caso, usted debe estar seguro de tener

suficientes modos dinámicos debajo de la frecuencia rígida del movimiento del suelo.

Cualquier número de casos de carga de respuesta espectral puede ser definido. Cada caso puede diferir en la aceleración espectral aplicada y de alguna forma los resultados son combinados. Diferentes casos pueden también estar basados en diferentes configuraciones de modos calculados en diferentes Casos de Carga Modal. Por ejemplo, esto le permitiría considerar la respuesta en diferentes etapas de construcción, o para comparar los resultados usando los eigenvectores o los vectores Ritz.

2.6.2. Función de respuesta espectral

La curva de respuesta espectral para una dirección dada esta definida por puntos digitalizados de aceleración de respuesta pseudo-espectral versus periodo de la estructura. La forma de esta curva está dada especificando el nombre de una función. Todos los valores de las abscisas y ordenadas de esta función necesariamente deben de ser cero o positivas. Ver figura 81.

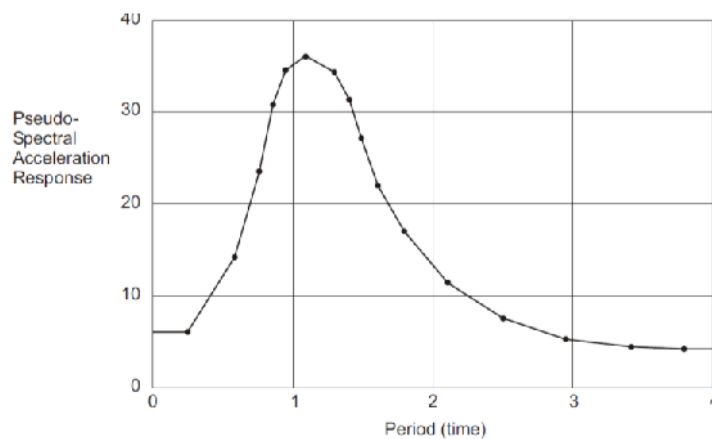


Figura 8. Curva digitalizada de respuesta espectral

La función se asume ser normalizada con respecto a la gravedad. Usted debe especificar un factor de escala **sf** para multiplicar las ordenadas (aceleración de respuesta pseudo-espectral) de la función. Esto debe ser utilizado para convertir la aceleración normalizada a unidades consistentes con el resto del modelo. El factor de escala tiene por sí mismo unidades de aceleración y será automáticamente convertido si usted cambia las unidades de longitud.

Si la curva del espectro de respuesta no es definida para un periodo suficientemente grande para cubrir los modos de vibración de la estructura, la curva es extendida para periodos grandes y pequeños usando una constante de aceleración igual al valor más cercano del periodo definido.

2.6.3. Combinación modal

Para una dirección de aceleración dada, los máximos desplazamiento, fuerzas y esfuerzos son calculados en toda la estructura para cada Modo de Vibración. Estos valores modales para una cantidad de respuesta dada son combinados para producir un único y positivo resultado la dirección de aceleración dada. Esta respuesta tiene dos partes: periodicidad y rigidez. Usted puede controlar las contribuciones de estas dos partes especificando los controles de frecuencias que son propiedades de una carga sísmica.

Además, usted puede escoger el método estadístico usado para calcular la respuesta periódica. El amortiguamiento modal, como se describió en el tópico previo, puede afectar el acoplamiento entre dos modos, dependiendo del método escogido para la combinación periódica modal.

2.6.4. Combinación direccional

Para cada desplazamiento, fuerza o cantidad de esfuerzo en la estructura, la combinación modal produce un único y positivo resultado para cada dirección de aceleración. Estos valores direccionales para una cantidad de respuesta dada son combinados para producir un único resultado positivo. Tres métodos están disponibles para combinar la respuesta direccional, SRSS, CQC3 y la Suma Absoluta.

2.6.5. Salida de resultados del análisis de respuesta espectral

La información sobre cada caso de carga de respuesta espectral está disponible para mostrar, imprimir y exportar usando las tablas de las bases de datos del SAP2000. Esta información se describe en los siguientes subtópicos.

2.6.6. Amortiguamiento y aceleraciones

El amortiguamiento modal y la aceleración actuante del suelo en cada dirección son dados para cada Modo.

El valor del amortiguamiento para cada Modo es la suma del amortiguamiento especificado por el Caso de Carga, más el amortiguamiento modal contribuido por el amortiguamiento efectivo en los elementos enlace/soporte, si lo hay, y el amortiguamiento modal compuesto especificado en las Propiedades de Material, si los hay.

Las aceleraciones mostradas para cada Modo son los valores interpolados en el periodo modal de las curvas de respuesta espectral después de escalar por los valores especificados de **sf** y modificación de amortiguamiento. Las aceleraciones son siempre referidas a los ejes locales del análisis de respuesta espectral. Estos son identificados en los resultados como U1, U2 y U3.

2.6.7. Amplitudes modales

Las amplitudes modales de respuesta espectral dan los multiplicadores de las formas modales que contribuyen a la forma desplazada de la estructura en cada dirección de aceleración. Para un Modo dado en una dirección dada de aceleración, este es el producto del factor de participación modal y la aceleración de la respuesta espectral, dividida entre el eigenvalor, ω^2 , del Modo.

Esta amplitud, multiplicada por cualquier cantidad de respuesta modal (desplazamiento, fuerza, esfuerzo, etc.), da la contribución del ese modo al valor de la misma cantidad de respuesta reportada para el caso de carga de respuesta espectral.

La dirección de aceleración es siempre referida a los ejes locales del análisis de respuesta espectral. Estos son identificados como U1, U2 y U3.

2.6.8. Reacciones en la base

Las reacciones en la base son las fuerzas totales y momentos sobre el origen global requerido de los soportes (restricciones, resortes, y elementos de enlace/soporte) para resistir las fuerzas de inercia debido a la carga de respuesta espectral.

Éstas son reportadas separadamente de cada Modo individual y cada dirección de carga sin ninguna combinación. El total de reacciones de respuesta espectral son reportadas después de realizar la combinación modal y la combinación direccional.

Las fuerzas de reacción y momentos son siempre referidas a los ejes locales del análisis de respuesta espectral. Estas son identificadas como F1, F2, F3, M1, M2 y M3.

2.7.ASPECTO NORMATIVO DEL ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL, NORMA E.030.

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

2.7.1. Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

2.7.2. Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \quad \dots(\text{Ec. 2.74})$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los 2/3 del espectro empleado para las direcciones horizontales.

2.7.3. Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada (r) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) podrá determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad \dots(\text{Ec. 2.75})$$

Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i} \quad \dots(\text{Ec. 2.76})$$

β , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05 ω_i , ω_j son las frecuencias angulares de los modos i , j . Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0.25 \sum_{i=1}^m |r_i| + 0.75 \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2} \quad \dots(\text{Ec. 2.77})$$

2.7.4. Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

2.7.5. Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

2.8. ASPECTO CONCEPTUAL DEL ANALISIS TIEMPO HISTORIA

El CSI Analysis Reference Manual (2015) refiere que el análisis tiempo historia es un análisis paso a paso de la respuesta dinámica de una estructura para una carga específica que puede variar con el tiempo. El análisis puede ser lineal o no lineal. Este capítulo describe el análisis tiempo historia en general y el análisis tiempo historia lineal en particular.

2.8.1. Generalidades

El análisis tiempo historia es utilizado para determinar la respuesta dinámica de una estructura bajo una carga arbitraria. Las ecuaciones de equilibrio dinámico a ser resueltas están dadas por:

$$K\mathbf{u}(t) + C\dot{\mathbf{u}}(t) + M\ddot{\mathbf{u}}(t) = \mathbf{r}(t) \quad \dots(\text{Ec. 2.78})$$

Donde K es la matriz de rigidez, C es la matriz de amortiguamiento, M es la matriz diagonal de masa, \mathbf{u} , $\dot{\mathbf{u}}$, $\ddot{\mathbf{u}}$, son los desplazamientos, velocidades y aceleraciones de la estructura, y \mathbf{r} los las cargas aplicadas. Si la carga incluye aceleración del

suelo, los desplazamientos, velocidades y aceleraciones son relativos a este movimiento del suelo.

Cualquier número de Casos de Carga tiempo historia puede ser definido. Cada caso tiempo historia puede diferir en la carga aplicada en el tipo de análisis a ser realizado.

Hay varias opciones que determinan el tipo de análisis tiempo historia a ser realizado:

- Lineal vs no lineal
- Modal vs Integración directa: hay dos métodos diferentes de solución, cada uno con ventajas y desventajas. Bajo circunstancias ideales, ambos métodos debería rendir los mismos resultados a un problema dado.
- Transitorio vs Periódico: el análisis transitorio considera la carga aplicada como un evento de un tiempo, con un principio y un fin. El análisis periódico considera a la carga como indefinidamente repetida, con todas las respuestas transitorias amortiguadas.

El análisis periódico está disponible solamente para el análisis modal lineal tiempo historia.

Este capítulo describe el análisis lineal, el análisis no lineal se describe en el capítulo “Análisis tiempo historia No lineal” sin embargo, usted debería leer el presente capítulo.

2.8.2. Análisis Modal Tiempo historia

La superposición modal provee un procedimiento altamente eficiente y preciso para realizar el análisis tiempo historia. La integración de forma cerrado de las ecuaciones modales es utilizada para calcular la respuesta, asumiendo variación lineal de las funciones de tiempo $f_i(t)$, entre los puntos de tiempo de los datos de entrada. Por lo tanto, problemas de inestabilidad numérica nunca son encontrados, y el incremento del tiempo puede ser un valor simple que es considerado lo

suficientemente fino para captura el máximo de valores de respuesta. Un décimo del periodo de tiempo del modo más alto es usualmente recomendado, sin embargo, un valor más grande puede dar una muestra precisa si la contribución de los modos más altos es pequeña.

Los modos usados con calculados en un Caso de Carga Modal que usted define. Estos pueden ser Modos de vibración libre sin amortiguamiento (eigenvectores) o Modos de carga dependiente vector Ritz.

Si todos los vectores de carga espacial, p_i , son usados como vectores de carga inicial por análisis por vector Ritz, luego los vectores Ritz siempre van a producir mayor exactitud que si el mismo número de eigenvectores usados. Dado que el algoritmo del vector Ritz es más rápido que el algoritmo del vector Ritz, se recomienda el primero para análisis tiempo historia.

Depende de usted el determinar si los Modos calculados por el programa son adecuados para representar la respuesta tiempo historia a la carga aplicada. Usted debe chequear:

- Que la suficiente cantidad de Modos ha sido calculada
- Que los Modos cubre un rango adecuado de frecuencia
- Que las relaciones de participación de masa (carga dinámica) son adecuados para el Patrón de Cargas y /o Cargas de Aceleración que se aplican
- Que las formas modales representan adecuadamente las deformaciones deseadas

2.9. ASPECTO NORMATIVO DEL ANÁLISIS DINÁMICO TIEMPO – HISTORIA

El análisis dinámico tiempo - historia podrá emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los numerales 4.5 y 4.6. En este tipo de análisis deberá utilizarse un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento histerético de los elementos, determinándose la

respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

2.9.1. Registros de Aceleración

Para el análisis se usarán como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluirá dos componentes en direcciones ortogonales. Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consistirá en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración serán obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se podrán usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.

Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construirá un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5 % de amortiguamiento. Ambas componentes se escalarán por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre $0,2 T$ y $1,5 T$ (siendo T el período fundamental), el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 4.6.2 con $R = 1$.

Para la generación de registros simulados deberán considerarse los valores de C , definidos en el numeral 2.5, excepto para la zona de períodos muy cortos ($T < 0,2 TP$) en la que se considerará:

$$T < 0,2 TP \quad C = 1 + 7,5 \cdot (T / TP) \quad \dots(\text{Ec. 2.79})$$

2.9.2. Modelo para el Análisis

El modelo matemático deberá representar correctamente la distribución espacial de masas en la estructura. El comportamiento de los elementos será modelado de modo consistente con resultados de ensayos de laboratorio y tomará en cuenta la fluencia, la degradación de resistencia, la degradación de rigidez, el estrechamiento de los lazos histeréticos, y todos los aspectos relevantes del comportamiento estructural indicado por los ensayos. La resistencia de los

elementos será obtenida en base a los valores esperados sobre resistencia del material, endurecimiento por deformación y degradación de resistencia por la carga cíclica.

Se permite suponer propiedades lineales para aquellos elementos en los que el análisis demuestre que permanecen en el rango elástico de respuesta. Se admite considerar un amortiguamiento viscoso equivalente con un valor máximo del 5 % del amortiguamiento crítico, además de la disipación resultante del comportamiento histerético de los elementos. Se puede suponer que la estructura está empotrada en la base, o alternativamente considerar la flexibilidad del sistema de cimentación si fuera pertinente.

2.9.3. Tratamiento de Resultados

En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evaluarán a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso serán evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.

Las distorsiones máximas de entrepiso no deberán exceder de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N° 11(Norma E.030).

Las deformaciones en los elementos no excederán de $2/3$ de aquellas para las que perderían la capacidad portante para cargas verticales o para las que se tendría una pérdida de resistencia en exceso a 30 %.

Para verificar la resistencia de los elementos se dividirán los resultados del análisis entre $R = 2$, empleándose las normas aplicables a cada material.

2.10.DESCRIPCIÓN DE LA INFORMACIÓN SISMICA

Puesto que esta investigación hará uso de información acelerográfica, a continuación se realiza una descripción de los datos más resaltantes de ésta.

2.10.01. SISMO DE PISCO (2007).

Datos de la estación

- Nombre de la Estación: UNICA
- Localización de la Estación: Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica
- Coordenadas de la Estación: 14.088° Lat. S. / 75.732° Long. W
- Altitud: 409.00 msnm

Datos del Acelerógrafo:

- Modelo del Acelerógrafo: Acelerógrafo Analógico Modelo RION
- Frecuencia de muestreo: 100 Hz
- Número de Canales: 3
- Orientación, Canal1/Canal2/Canal3: E-W N-S U-D

Datos del sismo:

- Fecha del sismo: 15 de agosto del 2007
- Hora epicentro: 18:40:58
- Coordenadas del epicentro: 13.67° Lat. S. / 76.76° Long. W
- Profundidad focal: 40 km
- Magnitud: 7.0 M_L

2.10.02. SISMO DE LIMA (1966)

Datos de la estación

- Nombre de la Estación: Parque de la Reserva
- Localización de la Estación: Parque de la Reversa, Cercado de Lima, Lima
- Coordenadas de la Estación: 12.07° Lat. S. / 77.04° Long. W
- Altitud: 130 msnm

Datos del Acelerógrafo:

- Modelo del Acelerógrafo: Acelerógrafo Analógico
- Frecuencia de muestreo: 50 Hz
- Número de Canales: 3
- Orientación, Canal1/Canal2/Canal3: E-W N-S U-D

Datos del sismo:

- Fecha del sismo: 17 de octubre del 1966
- Hora epicentro: 16:41:57
- Coordenadas del epicentro: 10.832° Lat. S. / 78.648° Long. W
- Profundidad focal: 37.3 km
- Magnitud: 8.1 M_w

2.10.03. SISMO DE CHIMBOTE (1970)**Datos de la estación**

- Nombre de la Estación: Parque de la Reserva
- Localización de la Estación: Parque de la Reserva, Cercado de Lima, Lima
- Coordenadas de la Estación: 12.07° Lat. S. / 77.04° Long. W
- Altitud: 130 msnm

Datos del Acelerógrafo:

- Modelo del Acelerógrafo: Acelerógrafo Analógico
- Frecuencia de muestreo: 50 Hz
- Número de Canales: 3
- Orientación, Canal1/Canal2/Canal3: E-W N-S U-D

Datos del sismo:

- Fecha del sismo: 31 de mayo de 1970
- Hora epicentro: 15:23:00
- Coordenadas del epicentro: 9.36° Lat. S. / 78.87° Long. W
- Profundidad focal: 64 km
- Magnitud: 6.6 M_b

CAPITULO III
METODOLOGIA PARA LA COMPARACIÓN
DE MÉTODOS DE ANALISIS SISMICO

3.1. ASPECTOS GENERALES DE METODOLOGIA DE INVESTIGACION

Esta investigación se realizó utilizando software de cálculo estructural denominado ETABS (Extended Tridimensional Analysis of Building Systems) de la compañía estadounidense CSI Computers & Structures. Con este software se realizó todos los cálculos matemáticos aplicados al modelo matemático definido en el programa antes mencionado teniendo en cuenta las medidas de los muros, los cuales se pueden ver en la figura 10, así como asignaciones de material, secciones, funciones de aceleración y casos de carga.

Para la comparación y el análisis de resultados se utilizó una hoja de cálculo Excel de la compañía estadounidense Microsoft; con la cual aplicando filtros a la información exportada del ETABS, se logró separar los datos necesarios para realizar las comparaciones para luego analizarlos a través de tablas dinámicas, las cuales permiten ordenar la información de manera que podamos comparar en una misma tabla muchos datos correspondientes a diferentes elementos estructurales que en este caso serían los muros principalmente.

3.2. DISEÑO CONCEPTUAL DE LA EDIFICACION

- **Ubicación:** El edificio se encuentra ubicado en la ciudad de Cajamarca (zona sísmica 3), cimentado sobre suelo tipo S2 (suelo intermedio).
- **Distribución arquitectónica:** El edificio está constituido por 4 departamentos, 1 por piso, y cada departamento consta de una sala comedor, cocina, patio, tres dormitorios, dos baños y un estudio tal como se observa en la Figura 9. El área techada es de aproximadamente 130 m² por cada nivel.

- **Características y especificaciones generales:**

Número de pisos: $N = 4$

Altura de piso a techo: $h = 2.60$ m.

Espesor de la losa aligerada: $e = 0.20$ m.

Espesor de muros de albañilería: $t = 0.13$ m y 0.23 m.

- **Materiales:**

Albañilería

- Ladrillos: clase V sólidos, tipo king kong de arcilla.
- Pilas: resistencia característica a compresión $f'm = 35$ kg/cm² = 350 T/m²
- Módulo de elasticidad: $E_m = 500 f'm = 17,500$ kg/cm² = 175,000 T/m²

Concreto

- Resistencia nominal a compresión $f'c = 210$ kg/cm²
- Módulo de elasticidad: $E_c = 15000 \sqrt{f'c}$ kg/cm² = 217 370.6 kg/cm² \approx 217 000 T/m²

Acero de Refuerzo

- Corrugado, grado 60, esfuerzo de fluencia $f_y = 4200$ kg/cm² = 42 000 T/m²

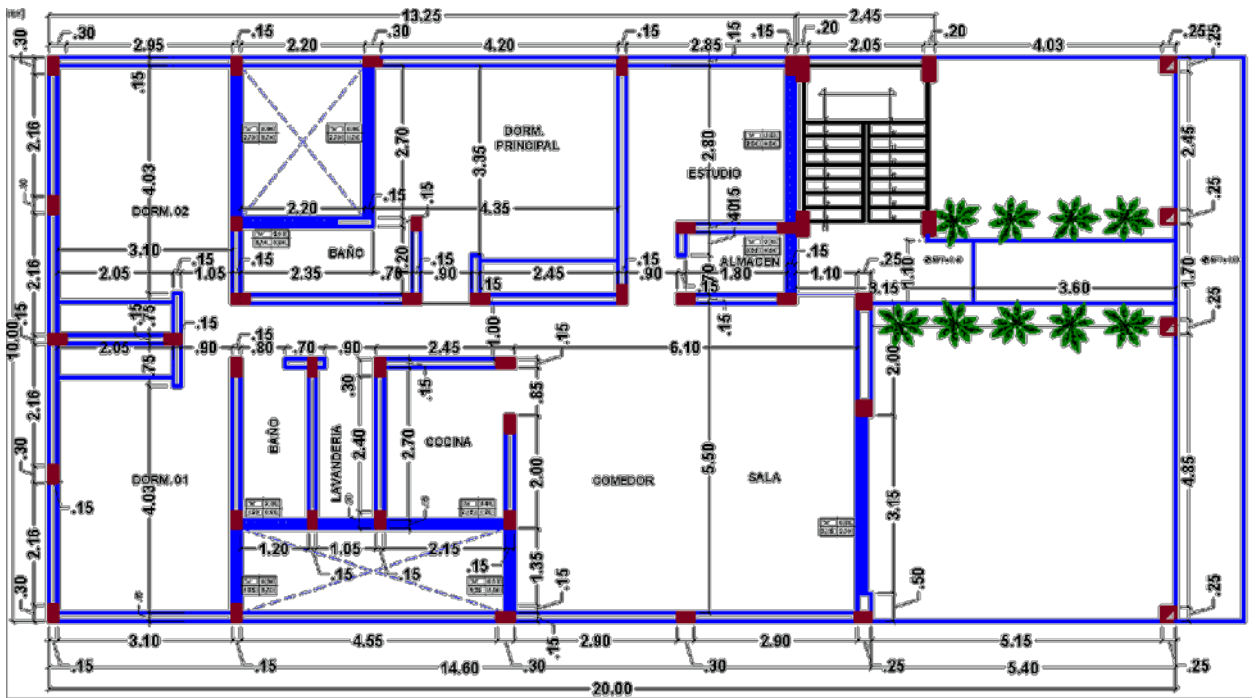


Figura 9. Distribución en planta de la edificación

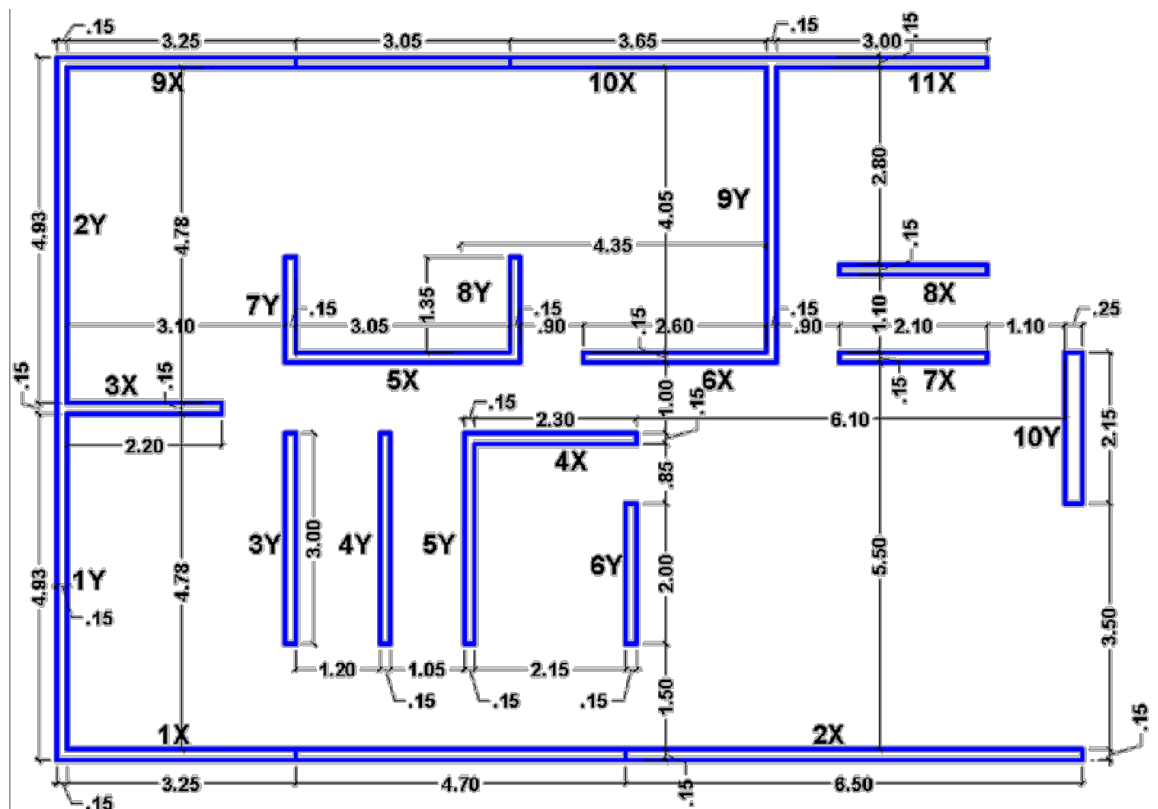


Figura 10. Nomenclatura de los muros en las direcciones X e Y

3.3. ANALISIS SISMICO ESTÁTICO

1. Chequeamos la densidad de muros de albañilería.
2. Determinamos el peso de la estructura, teniendo en cuenta la norma E.030.
3. Determinamos los factores Z, U, C, S y R, usando las tablas dadas en la norma E.030.
4. Calculamos el cortante basal estático.
5. Determinamos el periodo fundamental de la estructura.
6. Calculamos la distribución del cortante basal en cada nivel de la estructura.
7. Calculamos el centro de masas de la estructura
8. Calculamos la rigidez de muros y con éstos el centro de rigidez de la estructura
9. Calculamos las excentricidades teórica, accidental y de diseño
10. Calculamos los momentos torsores
11. Determinamos el cortante por torsión en cada muro de la edificación
12. Determinamos los cortantes finales de cada muro

3.4. ANALISIS SISMICO MODAL ESPECTRAL

1. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.
2. Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.
3. Definimos los elementos que vamos a utilizar en el modelo.
4. Creamos una grilla de apoyo sobre la cual podamos dibujar el modelo.
5. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.
6. Definimos el espectro de aceleraciones que vamos a utilizar en el modelo con la ayuda de una hoja de cálculo.
7. Importamos el espectro definido al modelo que estamos utilizando.
8. Definimos las combinaciones de cálculo que vamos a utilizar para determinar las solicitaciones requeridas.
9. Corremos el modelo.
10. Determinamos los cortantes finales en cada muro

3.5. ANALISIS TIEMPO HISTORIA

1. Definimos las unidades (de longitud y peso) que vamos a utilizar en el modelo.
2. Definimos los materiales que vamos a utilizar (atributos) y sus propiedades físicas.

3. Definimos los elementos que vamos a utilizar en el modelo.
4. Creamos una grilla de apoyo sobre la cual podamos dibujar el modelo.
5. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.
6. Dibujamos el modelo con los elementos definidos.
7. Definimos la función tiempo historia que se va a utilizar
8. Definimos los casos de carga con las funciones definidas en el paso anterior
9. Corremos el modelo
10. Determinamos los cortantes finales en cada muro.

CAPITULO IV

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS SÍSMICOS

4.1. ANALISIS SISMICO ESTATICO

Cálculo de densidad de muros de albañilería (Ec. 2.03)

$$\frac{\sum Lt}{Ap} \geq \frac{Z U S N}{56}$$

Z = 0.35
 U = 1.00
 S = 1.15
 Área = 127.34 m²
 N Pisos = 4.00

0.0288 (Parámetro de Control de Densidad de Muros)

Tabla 13

Cálculo de la densidad de Muros en las dirección X e Y

Dirección X-X						Dirección Y-Y					
Muro	L(m)	t(m)	Nm	Ac(m ²)	Ac x Nm	Muro	L(m)	t(m)	Nm	Ac(m ²)	Ac x Nm
X1	3.40	0.13	1.00	0.44	0.44	Y1	4.78	0.13	1.00	0.62	0.62
X2	6.50	0.13	1.00	0.85	0.85	Y2	4.78	0.13	1.00	0.62	0.62
X3	2.35	0.13	1.00	0.31	0.31	Y3	3.00	0.13	1.00	0.39	0.39
X4	2.30	0.13	1.00	0.30	0.30	Y4	3.00	0.13	1.00	0.39	0.39
X5	3.05	0.13	1.00	0.40	0.40	Y5	3.00	0.13	1.00	0.39	0.39
X6	2.60	0.13	1.00	0.34	0.34	Y6	2.00	0.13	1.00	0.26	0.26
X7	2.10	0.13	1.00	0.27	0.27	Y7	1.35	0.13	1.00	0.18	0.18
X8	2.10	0.13	1.00	0.27	0.27	Y8	1.35	0.13	1.00	0.18	0.18
X9	3.40	0.13	1.00	0.44	0.44	Y9	4.35	0.13	1.00	0.57	0.57
X10	3.65	0.13	1.00	0.47	0.47	Y10	2.15	0.23	1.00	0.49	0.49
X11	3.00	0.13	1.00	0.39	0.39						
S Lt/Ap 0.0352						S Lt/Ap 0.0321					

Fuente: Elaboración Propia.

Debido a que el parámetro de control de densidad de muros en ambas direcciones es mayor que el presente en la edificación, entonces este parámetro está garantizado en ambas direcciones, dado que ambos resultados son mayores (aunque no por mucho) que el parámetro de control de densidad de muros igual a 0.0288.

Determinación del peso de la estructura.

Tabla 14

Cálculo del Peso Propio de Losas aligeradas

Piso	PP losa (kg/cm²)	Peso acabado (kg/cm²)	CM (kg/cm²)	S/C (kg/cm²)	%S/C Aplicado	CV (kg/cm²)	Área (m²)	Peso (kg)
1	300	100	400	200	25	50	127.34	57303.00
2	300	100	400	200	25	50	127.34	57303.00
3	300	100	400	200	25	50	127.34	57303.00
4	300	100	400	100	25	25	127.34	54119.50
								226028.50

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15

Cálculo del Peso Propio de los Muros Dirección X

Dirección X-X					
Muro	L (m)	t (m)	H (m)	γ_m (kg/m³)	Peso (kg)
X1	3.400	0.15	2.60	1800	2386.8
X2	6.500	0.15	2.60	1800	4563.0
X3	2.350	0.15	2.60	1800	1649.7
X4	2.300	0.15	2.60	1800	1614.6
X5	3.350	0.15	2.60	1800	2351.7
X6	2.750	0.15	2.60	1800	1930.5
X7	2.100	0.15	2.60	1800	1474.2
X8	2.100	0.15	2.60	1800	1474.2
X9	3.400	0.15	2.60	1800	2386.8
X10	4.500	0.15	2.60	1800	3159.0
X11	3.150	0.15	2.60	1800	2211.3
					25201.8

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16*Cálculo del Peso Propio de los Muros Dirección Y*

Dirección Y-Y					
Muro	L (m)	t (m)	H (m)	γ_m (kg/m³)	Peso (kg)
Y1	4.775	0.15	2.6	1800	3352.1
Y2	4.775	0.15	2.6	1800	3352.1
Y3	3.000	0.15	2.6	1800	2106.0
Y4	3.000	0.15	2.6	1800	2106.0
Y5	3.000	0.15	2.6	1800	2106.0
Y6	2.000	0.15	2.6	1800	1404.0
Y7	1.350	0.15	2.6	1800	947.7
Y8	1.350	0.15	2.6	1800	947.7
Y9	4.050	0.15	2.6	1800	2843.1
Y10	2.150	0.25	2.6	1800	2515.5
Fuente: Elaboración Propia.					21680.1
Peso Total (kg)					46881.9

Tabla 17*Cálculo del Peso Propio de los alfeizares Dirección X*

Dirección X-X					
Muro	L (m)	t (m)	H (m)	γ_m (kg/m³)	Peso (kg)
XA1	1.20	0.15	0.9	1800	291.6
XA2	1.05	0.15	0.9	1800	255.2
XA3	2.15	0.15	1.4	1800	812.7
XA4	2.35	0.15	1.8	1800	1142.1
					2501.6

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 18*Cálculo del Peso Propio de los alfeizares Dirección Y*

Dirección Y-Y					
Muro	L (m)	t (m)	H (m)	γ_m (kg/m³)	Peso (kg)
YA1	1.50	0.15	0.9	1800	364.5
YA2	1.50	0.15	0.9	1800	364.5
YA3	2.70	0.15	0.9	1800	656.1
YA4	2.70	0.15	0.9	1800	656.1
YA5	2.80	0.15	1.6	1800	1209.6
YA6	1.10	0.15	1.6	1800	475.2
YA7	3.50	0.15	0.5	1800	472.5

Fuente: Elaboración Propia.

4198.5

Peso Total Alfeizar (kg)

6700.1

Tabla 19*Cálculo de Peso Propio por Piso*

Piso	Losa (kg)	Muros (kg)	Alfeizar (kg)	Parcial (kg)	Total (kg)
4	54119.5	46881.9	6700.1	107701.5	
3	57303	46881.9	6700.1	110885.0	
2	57303	46881.9	6700.1	110885.0	
1	57303	46881.9	6700.1	110885.0	440356.3

Fuente: Elaboración Propia.

Determinación del cortante basal (Ec. 2.60)

$$V = \frac{ZUCS}{R} P$$

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.00$$

$$S = 1.15$$

$$C = 2.50$$

$$R = 3.00$$

$$P = 405908.1\text{kg}$$

$$V = \frac{0.35 \times 1.00 \times 2.50 \times 1.15}{6} (405907.8) = 68074.17 \text{ kg}$$

Determinación del período fundamental (Ec. 2.58)

$$T = \frac{h_n}{C_T} = \frac{10.4}{60} = 0.173 \text{ seg}$$

Distribución del cortante basal en altura (Ec. 2.67, Ec. 2.68)Para $T < 0.5 \text{ seg} \rightarrow k = 1$

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^j}$$

Tabla 20*Cálculo de la fuerza horizontal por Piso*

Piso	Pi (kg)	hi (m)	hik (m)	Pi hik	α_i	Fi (kg)
4	107701.5	10.40	10.40	1120095.1	0.39303	58051.6
3	110885.0	7.80	7.80	864902.6	0.30349	44825.6
2	110885.0	5.20	5.20	576601.7	0.20232	29883.8
1	110885.0	2.60	2.60	288300.9	0.10116	14941.9
	440356.3			2849900.3		147702.84

Fuente: Elaboración Propia.

Cálculo del centro de masas

Albañilería = 1800 kg/m³

Concreto armado = 2400 kg/m³

Tabla 21

Cálculo del centro de masa de los muros

Idem	X (m)	Y (m)	L (m)	E (m)	H (m)	Peso (kg)	AX	AY
X1	1.700	0.075	3.40	0.15	2.60	2386.80	4057.56	179.01
X2	11.350	0.075	6.50	0.15	2.60	4563.00	51790.05	342.23
X3	1.175	5.000	2.35	0.15	2.60	1649.70	1938.40	8248.50
X4	7.100	4.575	2.30	0.15	2.60	1614.60	11463.66	7386.80
X5	4.925	5.725	3.35	0.15	2.60	2351.70	11582.12	13463.48
X6	8.875	5.725	2.75	0.15	2.60	1930.50	17133.19	11052.11
X7	12.200	5.725	2.10	0.15	2.60	1474.20	17985.24	8439.80
X8	12.200	6.975	2.10	0.15	2.60	1474.20	17985.24	10282.55
X9	1.700	9.925	3.40	0.15	2.60	2386.80	4057.56	23688.99
X10	7.850	9.925	4.50	0.15	2.60	3159.00	24798.15	31353.08
X11	11.675	9.925	3.15	0.15	2.60	2211.30	25816.93	21947.15
XA1	4.000	1.725	1.20	0.15	0.90	291.60	1166.40	503.01
XA2	5.275	1.725	1.05	0.15	0.90	255.15	1345.92	440.13
XA3	7.025	1.725	2.15	0.15	1.40	812.70	5709.22	1401.91
XA4	4.575	7.075	2.35	0.15	1.80	1142.10	5225.11	8080.36
Y1	0.075	2.538	4.78	0.15	2.60	3352.05	251.40	8505.83
Y2	0.075	7.463	4.78	0.15	2.60	3352.05	251.40	25014.67
Y3	3.325	3.150	3.00	0.15	2.60	2106.00	7002.45	6633.90
Y4	4.675	3.150	3.00	0.15	2.60	2106.00	9845.55	6633.90
Y5	5.875	3.150	3.00	0.15	2.60	2106.00	12372.75	6633.90
Y6	8.175	2.650	2.00	0.15	2.60	1404.00	11477.70	3720.60
Y7	3.325	6.475	1.35	0.15	2.60	947.70	3151.10	6136.36
Y8	6.525	6.475	1.35	0.15	2.60	947.70	6183.74	6136.36
Y9	10.175	7.825	4.05	0.15	2.60	2843.10	28928.54	22247.26
Y10	14.475	4.725	2.15	0.25	2.60	2515.50	36411.86	11885.74
YA1	3.325	0.900	1.50	0.15	0.90	364.50	1211.96	328.05
YA2	8.175	0.900	1.50	0.15	0.90	364.50	2979.79	328.05
YA3	3.325	8.500	2.70	0.15	0.90	656.10	2181.53	5576.85
YA4	5.675	8.500	2.70	0.15	0.90	656.10	3723.37	5576.85
YA5	13.175	8.450	2.80	0.15	1.60	1209.60	15936.48	10221.12
YA6	13.175	6.350	1.10	0.15	1.60	475.20	6260.76	3017.52
YA7	14.425	1.900	3.50	0.15	0.50	472.50	6815.81	897.75
A1	6.625	5.000	13.25	10.00	0.20	63600.00	421350.00	318000.00
A2	13.925	2.900	1.35	5.80	0.20	3758.40	52335.72	10899.36
A3	5.750	0.900	4.70	1.65	0.20	-3722.40	-21403.80	-3350.16
A4	4.500	8.500	2.20	2.70	0.20	-2851.20	-12830.40	-24235.20
						114366.75	796492.47	577617.79

Fuente: Elaboración Propia.

$$\bar{X} = \frac{796492.47}{114366.75} = 6.964 \text{ m}$$

$$\bar{Y} = \frac{577617.79}{114366.75} = 5.051 \text{ m}$$

Rigidez de muros y centro de rigideces

Primer piso

$E_m = 17500 \text{ kg/cm}^2$

$H = 260 \text{ cm}$

Tabla 22

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección X Piso 1

Idem	L (m)	t (m)	K	Y (m)	KY
X1	3.40	0.15	64293.46	0.075	4822.01
X2	6.50	0.15	180288.46	0.075	13521.63
X3	2.35	0.15	30046.81	5.000	150234.05
X4	2.30	0.15	28627.34	4.575	130970.07
X5	3.35	0.15	62524.18	5.725	357950.95
X6	2.75	0.15	42223.81	5.725	241731.31
X7	2.10	0.15	23218.40	5.725	132925.32
X8	2.10	0.15	23218.40	6.975	161948.31
X9	3.40	0.15	64293.46	9.925	638112.58
X10	4.50	0.15	104796.90	9.925	1040109.27
X11	3.15	0.15	55549.73	9.925	551331.06
			679080.94		3423656.56

$$Y_{CR} = 5.0416031 \text{ m}$$

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección Y Piso 1

Idem	L (m)	E (m)	K	X (m)	KX
Y1	4.78	0.15	115169.41	0.075	8637.71
Y2	4.78	0.15	115169.41	0.075	8637.71
Y3	3.00	0.15	50443.40	3.325	167724.32
Y4	3.00	0.15	50443.40	4.675	235822.91
Y5	3.00	0.15	50443.40	5.875	296355.00
Y6	2.00	0.15	20688.84	8.175	169131.27
Y7	1.35	0.15	7641.41	3.325	25407.70
Y8	1.35	0.15	7641.41	6.525	49860.22
Y9	4.05	0.15	87962.07	10.175	895014.02
Y10	2.15	0.25	40880.59	14.475	591746.53
			546483.34		2448337.38

$$X_{CR} = 4.4801683 \text{ m}$$

Fuente: Elaboración Propia.

Segundo Piso

$E_m = 17500 \text{ kg/cm}^2$

$H = 540 \text{ cm}$

Tabla 24

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección X Piso 2

Idem	L (m)	E (m)	K	Y (m)	KY
X1	3.40	0.15	12626.296	0.075	946.9722
X2	6.50	0.15	54849.527	0.075	4113.71453
X3	2.35	0.15	4735.9865	5.000	23679.9326
X4	2.30	0.15	4463.4472	4.575	20420.271
X5	3.35	0.15	12158.761	5.725	69608.9061
X6	2.75	0.15	7255.9918	5.725	41540.5532
X7	2.10	0.15	3466.4472	5.725	19845.4103
X8	2.10	0.15	3466.4472	6.975	24178.4693
X9	3.40	0.15	12626.296	9.925	125315.988
X10	4.50	0.15	24971.461	9.925	247841.752
X11	3.15	0.15	10377.766	9.925	102999.33
			150998.43		680491.299

$$Y_{CR} = 4.5066118$$

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección Y Piso 2

Idem	L (m)	E (m)	K	X (m)	KX
Y1	4.78	0.15	28601.292	0.075	2145.09692
Y2	4.78	0.15	28601.292	0.075	2145.09692
Y3	3.00	0.15	9137.4269	3.325	30381.9444
Y4	3.00	0.15	9137.4269	4.675	42717.4708
Y5	3.00	0.15	9137.4269	5.875	53682.383
Y6	2.00	0.15	3023.079	8.175	24713.6712
Y7	1.35	0.15	979.47761	3.325	3256.76306
Y8	1.35	0.15	979.47761	6.525	6391.09142
Y9	4.05	0.15	19471.154	10.175	198118.99
Y10	2.15	0.25	6169.7023	14.475	89306.4404
			115237.76		452858.949

$$X_{CR} = 3.9297793$$

Fuente: Elaboración Propia.

Tercer Piso

$E_m = 17500 \text{ kg/cm}^2$

$H = 820 \text{ cm}$

Tabla 26

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección X Piso 3

Idem	L (m)	E (m)	K	Y (m)	KY
X1	3.40	0.15	4143.7469	0.075	310.78102
X2	6.50	0.15	22216.646	0.075	1666.24847
X3	2.35	0.15	1455.0272	5.000	7275.13579
X4	2.30	0.15	1367.4556	4.575	6256.10936
X5	3.35	0.15	3976.8708	5.725	22767.5856
X6	2.75	0.15	2282.7338	5.725	13068.6513
X7	2.10	0.15	1050.5863	5.725	6014.60639
X8	2.10	0.15	1050.5863	6.975	7327.83922
X9	3.40	0.15	4143.7469	9.925	41126.6883
X10	4.50	0.15	8847.5062	9.925	87811.4994
X11	3.15	0.15	3349.4378	9.925	33243.1698
			53884.344		226868.315

$$Y_{CR} = 4.2102826$$

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 27

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección Y Piso 3

Idem	L (m)	E (m)	K	X (m)	KX
Y1	4.78	0.15	10330.934	0.075	774.82004
Y2	4.78	0.15	10330.934	0.075	774.82004
Y3	3.00	0.15	2920.426	3.325	9710.41633
Y4	3.00	0.15	2920.426	4.675	13652.9914
Y5	3.00	0.15	2920.426	5.875	17157.5025
Y6	2.00	0.15	911.50897	8.175	7451.58585
Y7	1.35	0.15	287.00478	3.325	954.290897
Y8	1.35	0.15	287.00478	6.525	1872.7062
Y9	4.05	0.15	6683.8194	10.175	68007.8629
Y10	2.15	0.25	1874.813	14.475	27137.9178
			39467.297		147494.914

$$X_{CR} = 3.7371426$$

Fuente: Elaboración Propia.

Cuarto Piso

$E_m = 17500 \text{ kg/cm}^2$

$H = 1100 \text{ cm}$

Tabla 28

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección X Piso 4

Idem	L (m)	E (m)	K	Y (m)	KY
X1	3.40	0.15	1808.3141	0.075	135.623558
X2	6.50	0.15	10730.333	0.075	804.775007
X3	2.35	0.15	618.69636	5.000	3093.4818
X4	2.30	0.15	580.84875	4.575	2657.38302
X5	3.35	0.15	1733.0861	5.725	9921.91803
X6	2.75	0.15	979.47761	5.725	5607.50933
X7	2.10	0.15	444.46461	5.725	2544.55987
X8	2.10	0.15	444.46461	6.975	3100.14063
X9	3.40	0.15	1808.3141	9.925	17947.5176
X10	4.50	0.15	3991.8749	9.925	39619.3586
X11	3.15	0.15	1451.7828	9.925	14408.9446
			24591.657		99841.212

$$Y_{CR} = 4.0599627$$

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29

Cálculo de la rigidez de los Muros Dirección Y Piso 4

Idem	L (m)	E (m)	K	X (m)	KX
Y1	4.78	0.15	4703.2884	0.075	352.746627
Y2	4.78	0.15	4703.2884	0.075	352.746627
Y3	3.00	0.15	1260.8966	3.325	4192.48132
Y4	3.00	0.15	1260.8966	4.675	5894.69178
Y5	3.00	0.15	1260.8966	5.875	7407.76775
Y6	2.00	0.15	384.89736	8.175	3146.53592
Y7	1.35	0.15	119.95382	3.325	398.846437
Y8	1.35	0.15	119.95382	6.525	782.698648
Y9	4.05	0.15	2973.0721	10.175	30251.0087
Y10	2.15	0.25	793.93871	14.475	11492.2628
			17581.082		64271.7866

$$X_{CR} = 3.6557355$$

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30*Cortante de Muros Piso 1*

Idem	K	Σ K	V
X1	64293.4593	679080.94	13984.09
X2	180288.462	679080.945	39213.47
X3	30046.8091	679080.945	6535.30
X4	28627.3372	679080.945	6226.56
X5	62524.184	679080.945	13599.26
X6	42223.8097	679080.945	9183.85
X7	23218.396	679080.945	5050.09
X8	23218.396	679080.945	5050.09
X9	64293.4593	679080.945	13984.09
X10	104796.904	679080.945	22793.75
X11	55549.7289	679080.945	12082.29
Y1	115169.405	546483.344	31127.84
Y2	115169.405	546483.344	31127.84
Y3	50443.4037	546483.344	13633.78
Y4	50443.4037	546483.344	13633.78
Y5	50443.4037	546483.344	13633.78
Y6	20688.8398	546483.344	5591.75
Y7	7641.41337	546483.344	2065.31
Y8	7641.41337	546483.344	2065.31
Y9	87962.0659	546483.344	23774.28
Y10	40880.5895	546483.344	11049.16

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31*Cortante de Muros Piso 2*

Idem	K	Σ K	V
X1	12626.296	150998.427	11101.30
X2	54849.527	150998.427	48224.85
X3	4735.9865	150998.427	4163.98
X4	4463.4472	150998.427	3924.36
X5	12158.761	150998.427	10690.24
X6	7255.9918	150998.427	6379.62
X7	3466.4472	150998.427	3047.77
X8	3466.4472	150998.427	3047.77
X9	12626.296	150998.427	11101.30
X10	24971.461	150998.427	21955.43
X11	10377.766	150998.427	9124.35
Y1	28601.292	115237.756	32950.44
Y2	28601.292	115237.756	32950.44
Y3	9137.4269	115237.756	10526.88
Y4	9137.4269	115237.756	10526.88
Y5	9137.4269	115237.756	10526.88
Y6	3023.079	115237.756	3482.77
Y7	979.47761	115237.756	1128.42
Y8	979.47761	115237.756	1128.42
Y9	19471.154	115237.756	22431.96
Y10	6169.7023	115237.756	7107.88

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 32*Cortante de Muros Piso 3*

Idem	K	Σ K	V
X1	4143.74693	53884.3441	7911.34
X2	22216.6462	53884.3441	42416.53
X3	1455.02716	53884.3441	2777.97
X4	1367.4556	53884.3441	2610.78
X5	3976.87084	53884.3441	7592.73
X6	2282.73385	53884.3441	4358.25
X7	1050.58627	53884.3441	2005.80
X8	1050.58627	53884.3441	2005.80
X9	4143.74693	53884.3441	7911.34
X10	8847.50623	53884.3441	16891.86
X11	3349.43776	53884.3441	6394.82
Y1	10330.9339	39467.2966	26929.07
Y2	10330.9339	39467.2966	26929.07
Y3	2920.42596	39467.2966	7612.51
Y4	2920.42596	39467.2966	7612.51
Y5	2920.42596	39467.2966	7612.51
Y6	911.508973	39467.2966	2375.98
Y7	287.004781	39467.2966	748.12
Y8	287.004781	39467.2966	748.12
Y9	6683.81945	39467.2966	17422.34
Y10	1874.81297	39467.2966	4886.97

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33*Cortante de Muros Piso 4*

Idem	K	Σ K	V
X1	1808.31411	24591.6574	4268.74
X2	10730.3334	24591.6574	25330.25
X3	618.696359	24591.6574	1460.51
X4	580.848748	24591.6574	1371.16
X5	1733.08612	24591.6574	4091.16
X6	979.477612	24591.6574	2312.18
X7	444.464607	24591.6574	1049.21
X8	444.464607	24591.6574	1049.21
X9	1808.31411	24591.6574	4268.74
X10	3991.87492	24591.6574	9423.30
X11	1451.78283	24591.6574	3427.11
Y1	4703.28836	17581.0824	15529.95
Y2	4703.28836	17581.0824	15529.95
Y3	1260.89664	17581.0824	4163.40
Y4	1260.89664	17581.0824	4163.40
Y5	1260.89664	17581.0824	4163.40
Y6	384.897361	17581.0824	1270.91
Y7	119.953816	17581.0824	396.08
Y8	119.953816	17581.0824	396.08
Y9	2973.07211	17581.0824	9816.89
Y10	793.938705	17581.0824	2621.53

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34*Cálculo de excentricidades por Piso*

Piso	Teórica		Accidental		De diseño				Utilizado (m)
	e_x	e_y	$e_{x \text{ acc}}$	$e_{y \text{ acc}}$	e_{x1}	e_{x2}	e_{y1}	e_{y2}	
1er	-2.484	-0.009	1.235	1.58	-2.491	-3.719	1.562	-1.584	3.72
2do	-3.035	-0.544	1.235	1.58	-3.317	-4.270	0.759	-2.119	4.27
3er	-3.227	-0.840	1.235	1.58	-3.606	-4.462	0.315	-2.415	4.46
4to	-3.309	-0.991	1.235	1.58	-3.728	-4.544	0.089	-2.566	4.54

Fuente: Elaboración Propia.

CORTANTES POR TORSIÓN

PRIMER PISO

Tabla 35

Cortante de Muros en X por Torsión Piso 1

Muro	K	Y	YCR	d	Kd ²
X1	64293.46	0.075	5.0416031	-4.967	1585936.14
X2	180288.46	0.075	5.0416031	-4.967	4447201.78
X3	30046.81	5.000	5.0416031	-0.042	52.01
X4	28627.34	4.575	5.0416031	-0.467	6232.70
X5	62524.18	5.725	5.0416031	0.683	29200.76
X6	42223.81	5.725	5.0416031	0.683	19719.84
X7	23218.40	5.725	5.0416031	0.683	10843.72
X8	23218.40	6.975	5.0416031	1.933	86790.92
X9	64293.46	9.925	5.0416031	4.883	1533242.50
X10	104796.90	9.925	5.0416031	4.883	2499151.06
X11	55549.73	9.925	5.0416031	4.883	1324725.81
					679080.94
					11543097.23

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36

Cortante de Muros en Y por Torsión Piso 1

Muro	K	X	XCR	d	Kd ²
Y1	115169.41	0.075	4.4801683	-4.405	2234920.84
Y2	115169.41	0.075	4.4801683	-4.405	2234920.84
Y3	50443.40	3.325	4.4801683	-1.155	67312.38
Y4	50443.40	4.675	4.4801683	0.195	1914.80
Y5	50443.40	5.875	4.4801683	1.395	98140.43
Y6	20688.84	8.175	4.4801683	3.695	282439.51
Y7	7641.41	3.325	4.4801683	-1.155	10196.81
Y8	7641.41	6.525	4.4801683	2.045	31951.32
Y9	87962.07	10.175	4.4801683	5.695	2852707.22
Y10	40880.59	14.475	4.4801683	9.995	4083834.35
					546483.34
					11898338.49

Fuente: Elaboración Propia.

$$\Sigma Kd^2 = 23441435.72$$

SEGUNDO PISO

Tabla 37

Cortante de Muros en X por Torsión Piso 2

Muro	K	Y	YCR	d	Kd²
X1	12626.30	0.075	4.5066118	-4.432	247970.14
X2	54849.53	0.075	4.5066118	-4.432	1077199.92
X3	4735.99	5.000	4.5066118	0.493	1152.89
X4	4463.45	4.575	4.5066118	0.068	20.88
X5	12158.76	5.725	4.5066118	1.218	18049.31
X6	7255.99	5.725	4.5066118	1.218	10771.30
X7	3466.45	5.725	4.5066118	1.218	5145.84
X8	3466.45	6.975	4.5066118	2.468	21120.86
X9	12626.30	9.925	4.5066118	5.418	370694.54
X10	24971.46	9.925	4.5066118	5.418	733135.39
X11	10377.77	9.925	4.5066118	5.418	304680.12
	150998.43				2789941.19

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 38

Cortante de Muros en Y por Torsión Piso 2

Muro	K	X	XCR	d	Kd²
Y1	28601.29	0.075	3.9297793	-3.855	424995.86
Y2	28601.29	0.075	3.9297793	-3.855	424995.86
Y3	9137.43	3.325	3.9297793	-0.605	3342.09
Y4	9137.43	4.675	3.9297793	0.745	5074.51
Y5	9137.43	5.875	3.9297793	1.945	34574.96
Y6	3023.08	8.175	3.9297793	4.245	54481.62
Y7	979.48	3.325	3.9297793	-0.605	358.25
Y8	979.48	6.525	3.9297793	2.595	6596.95
Y9	19471.15	10.175	3.9297793	6.245	759429.16
Y10	6169.70	14.475	3.9297793	10.545	686081.25
	115237.76				2399930.50

Fuente: Elaboración Propia.

$$\Sigma Kd^2 = 5189871.68$$

CORTANTES FINALES DE DISEÑO**PRIMER PISO****Tabla 39***Cortante Total de Muros Piso 1*

Muro	VDIRECTO	VTORSION	VTOTAL
X1	13984.09	-7483.09	6 501.00
X2	39213.47	-20983.69	18 229.78
X3	6535.30	-29.29	6 506.01
X4	6226.56	-313.03	5 913.53
X5	13599.26	1001.33	14 600.59
X6	9183.85	676.22	9 860.06
X7	5050.09	371.84	5 421.94
X8	5050.09	1051.98	6 102.08
X9	13984.09	7357.72	21 341.81
X10	22793.75	11992.92	34 786.67
X11	12082.29	6357.09	18 439.38
Y1	31127.84	-11889.24	19 238.60
Y2	31127.84	-11889.24	19 238.60
Y3	13633.78	-1365.54	12 268.24
Y4	13633.78	230.31	13 864.09
Y5	13633.78	1648.85	15 282.63
Y6	5591.75	1791.37	7 383.12
Y7	2065.31	-206.86	1 858.45
Y8	2065.31	366.17	2 431.48
Y9	23774.28	11738.99	35 513.27
Y10	11049.16	9575.18	20 624.34

Fuente: Elaboración Propia.

SEGUNDO PISO

Tabla 40

Cortante Total de Muros Piso 2

Muro	VDIRECTO	VTORSION	VTOTAL
X1	11101.30	-6111.36	4 989.94
X2	48224.85	-26548.18	21 676.67
X3	4163.98	255.21	4 419.19
X4	3924.36	33.34	3 957.69
X5	10690.24	1617.99	12 308.22
X6	6379.62	965.57	7 345.19
X7	3047.77	461.29	3 509.06
X8	3047.77	934.54	3 982.31
X9	11101.30	7472.16	18 573.46
X10	21955.43	14777.95	36 733.38
X11	9124.35	6141.50	15 265.84
Y1	32950.44	-12041.63	20 908.81
Y2	32950.44	-12041.63	20 908.81
Y3	10526.88	-603.56	9 923.32
Y4	10526.88	743.72	11 270.60
Y5	10526.88	1941.30	12 468.18
Y6	3482.77	1401.68	4 884.46
Y7	1128.42	-64.70	1 063.72
Y8	1128.42	277.63	1 406.05
Y9	22431.96	13281.27	35 713.23
Y10	7107.88	7105.91	14 213.79

Fuente: Elaboración Propia.

4.2. ANALISIS SISMICO MODAL ESPECTRAL

Con los mismos parámetros que se utilizaron para realizar el análisis sísmico estático, construiremos la curva de aceleración espectral para realizar el análisis sísmico modal espectral.

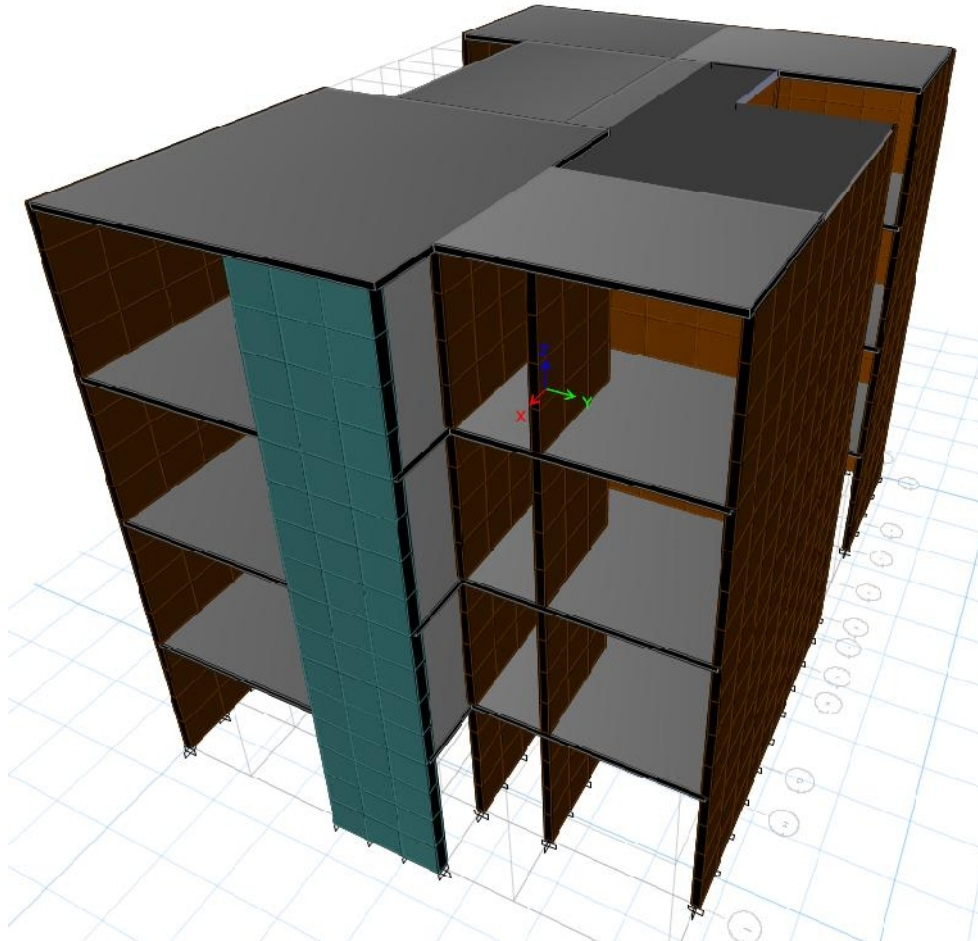


Figura 11. Definición del modelo tridimensional

$$Z = 0.35$$

$$U = 1.00$$

$$S = 1.15$$

$$C = 2.50$$

$$R = 3.00$$

Puesto que el sistema estructural de la edificación para ambas direcciones es albañilería confinada, el espectro de aceleración será el mismo para ambas direcciones.

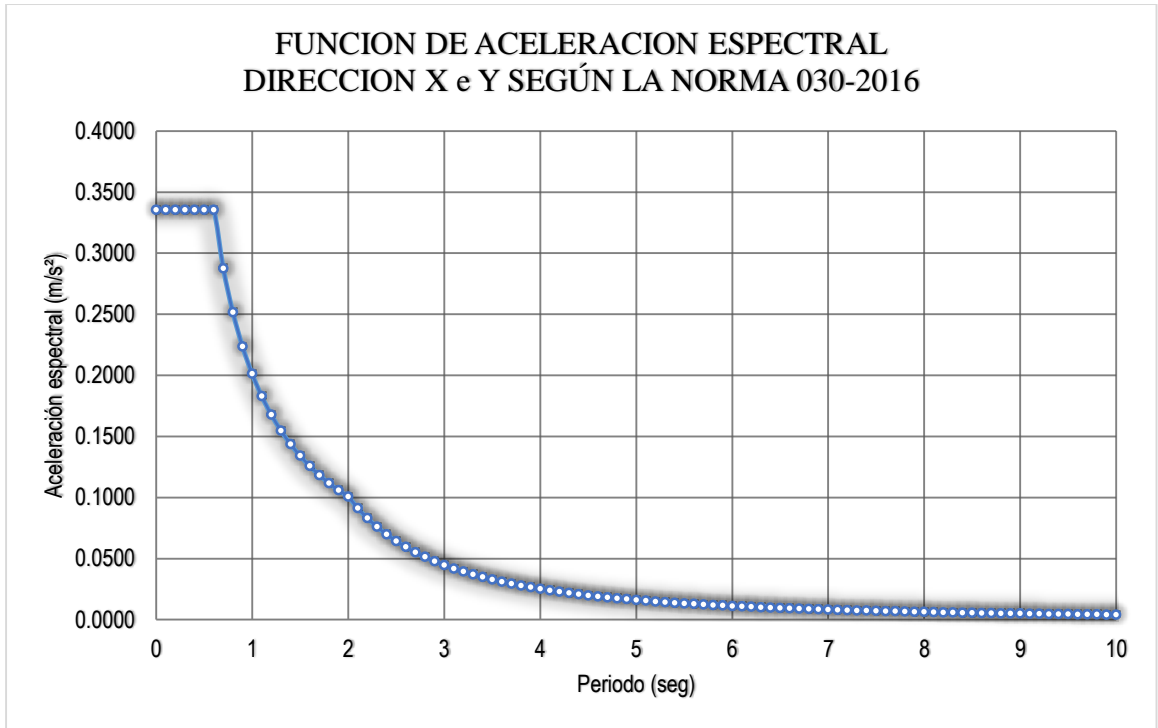


Figura 12. Función de aceleración espectral para las direcciones X e Y según la norma E.030-2016

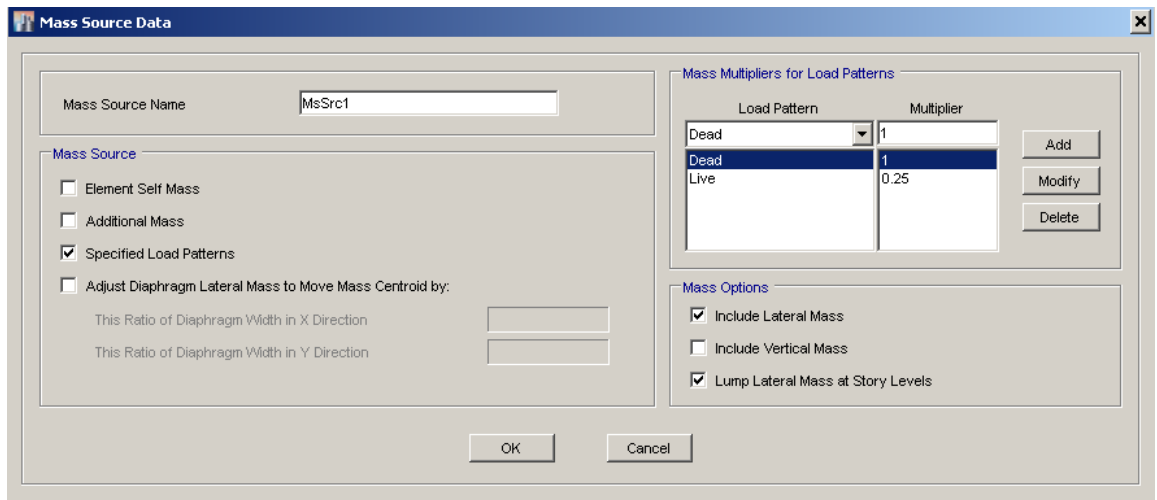


Figura 13. Definición de masa a ser utilizada para el análisis modal espectral

Definición de la función espectral en el software:

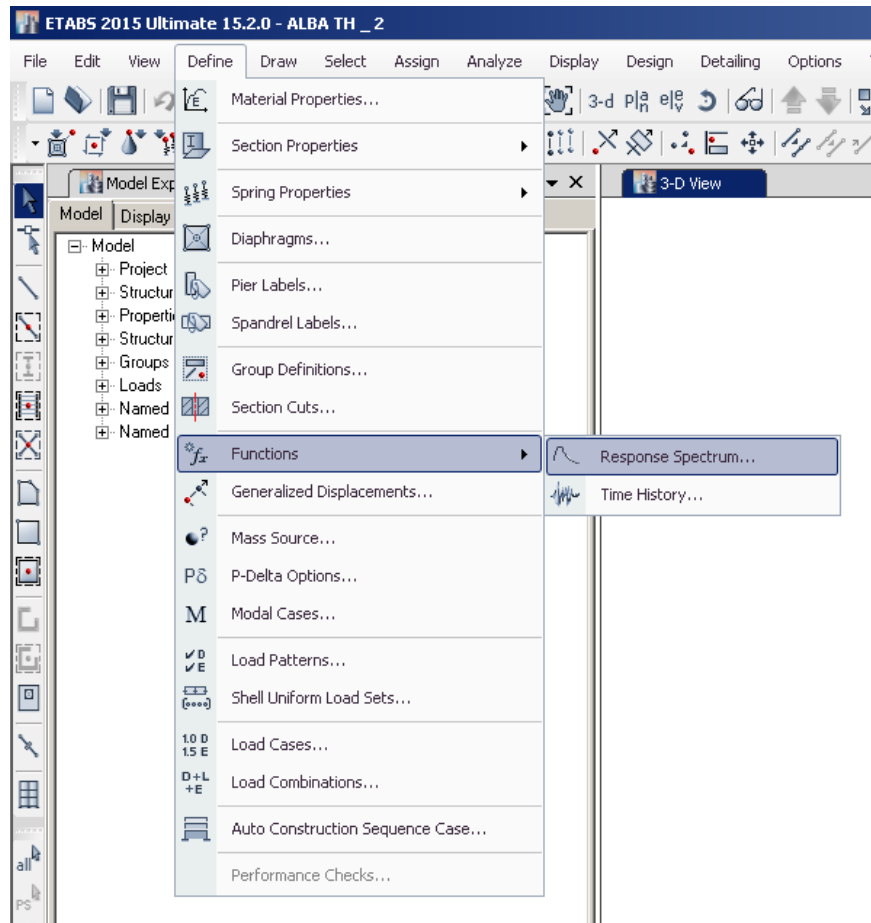


Figura 14. Recorrido para la definición de la función espectral

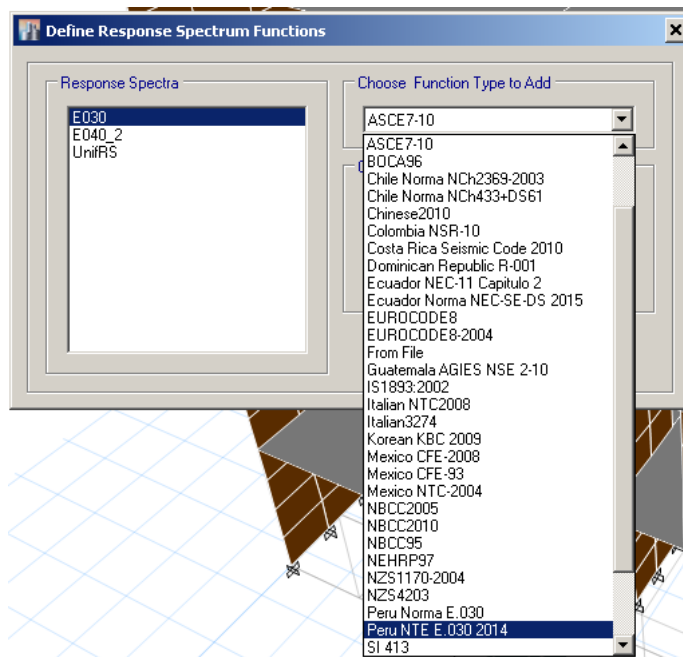


Figura 15. Selección del código o norma, en nuestro caso RNE-2014

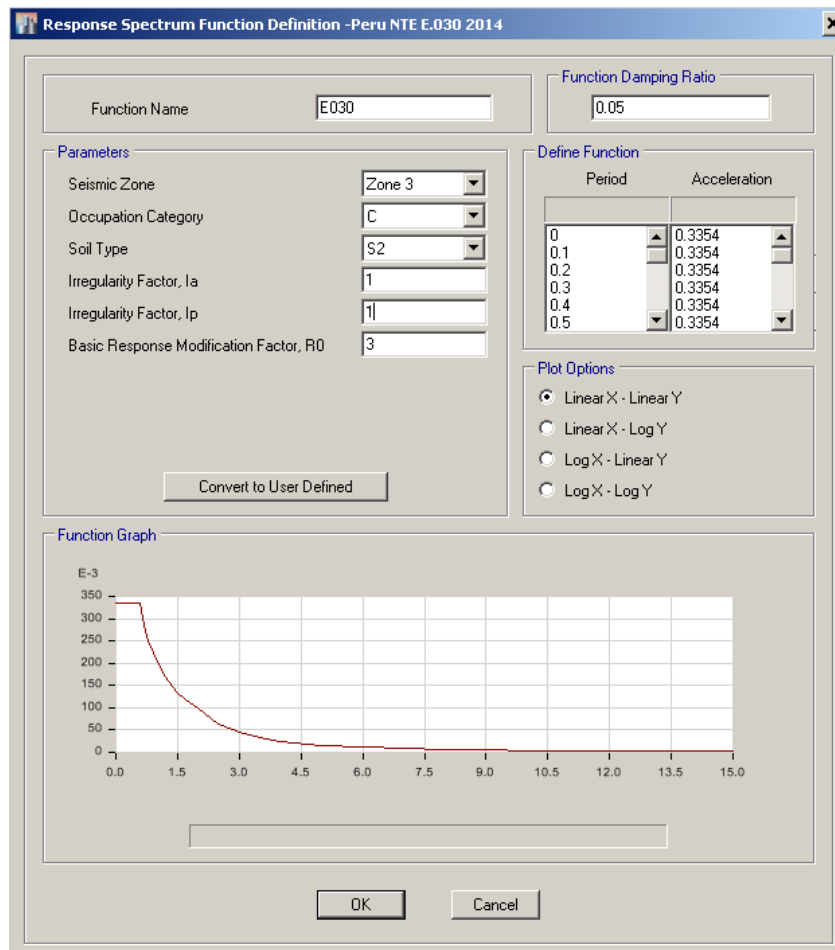


Figura 16. Definición de la función espectral, según la norma E.030-2014

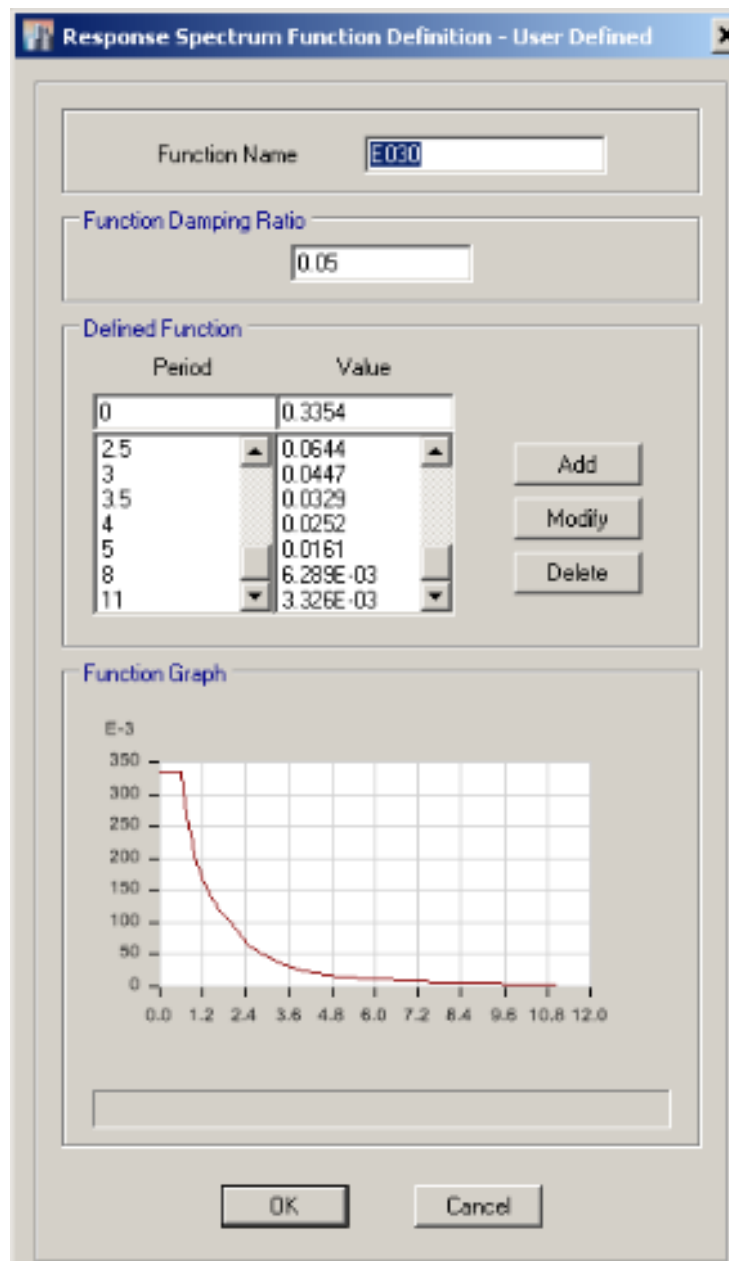


Figura 17. User defined. Función espectral utilizada para el análisis modal espectral. Esta opción se debe realizar si se desea añadir la función como parte de la base de datos en la que estamos trabajando

Definición de los casos de carga:

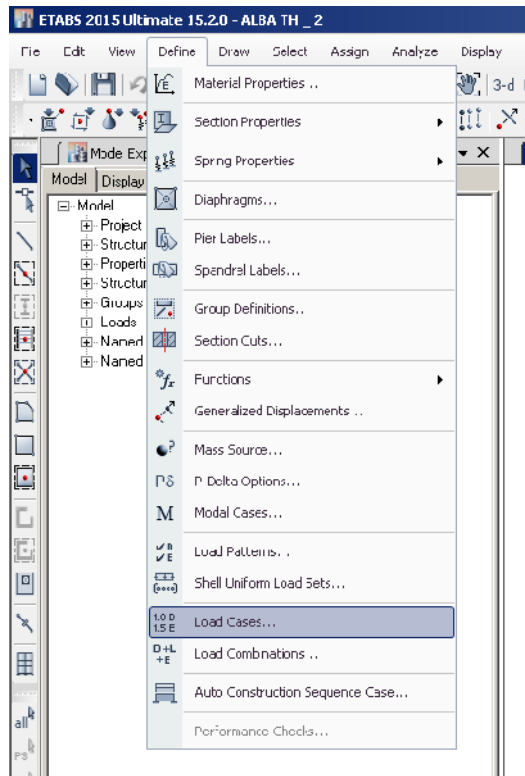


Figura 18. Recorrido para la definición de los Casos de Carga

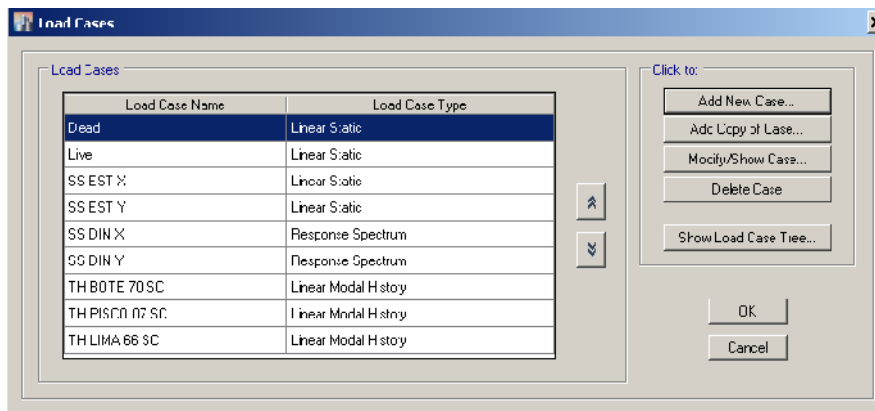


Figura 19. Escogemos la pestaña Add New Case (Añadir nuevo caso) para

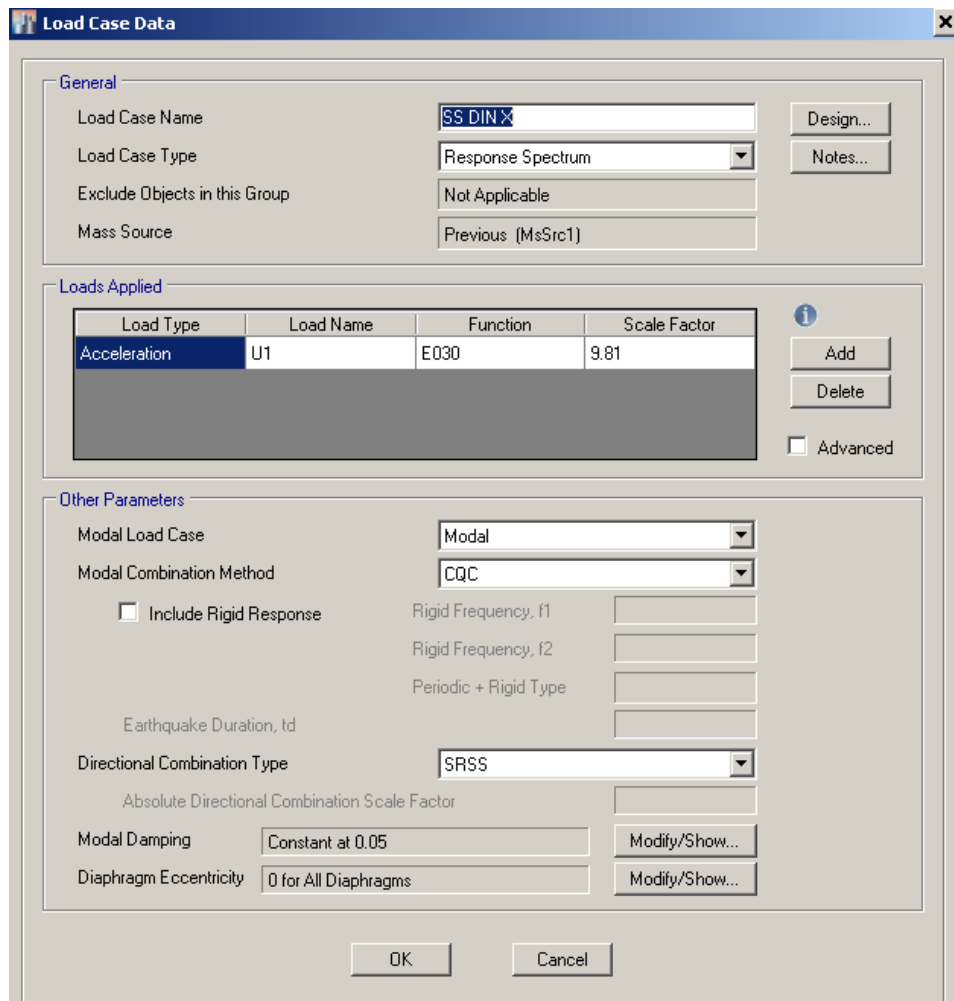


Figura 20. Definición del Caso de Carga de Respuesta espectral en la dirección X que utiliza la función espectral antes definida. El caso de la dirección Y es similar.

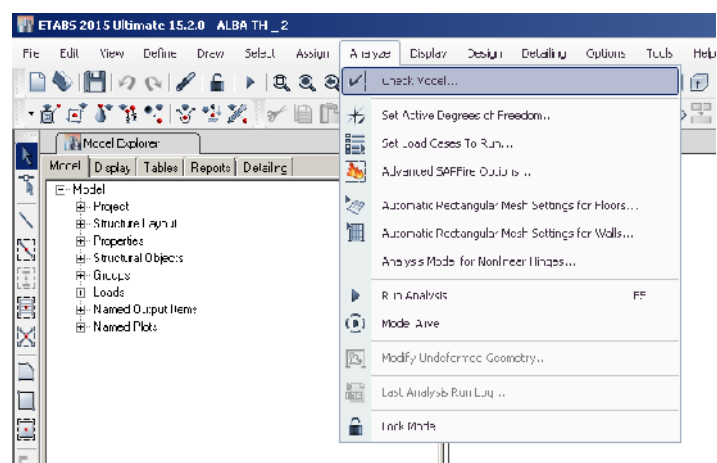


Figura 21. Chequeo del modelo.

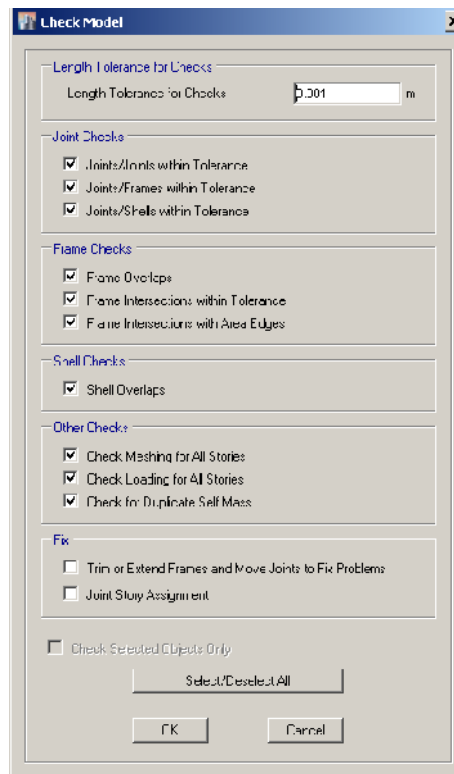


Figura 22. Opciones de chequeo del modelo.

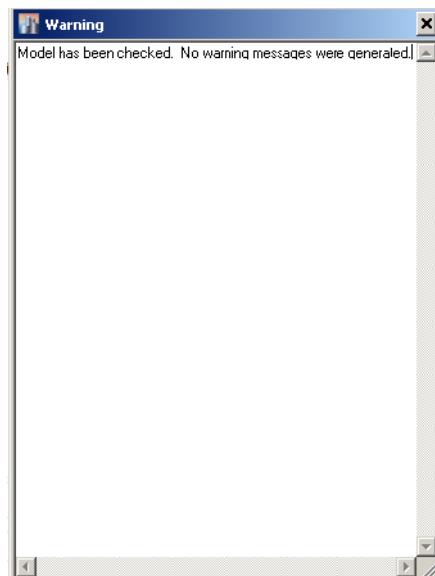


Figura 23. Mensaje de salida donde dice que ningún mensaje de advertencia ha sido generado

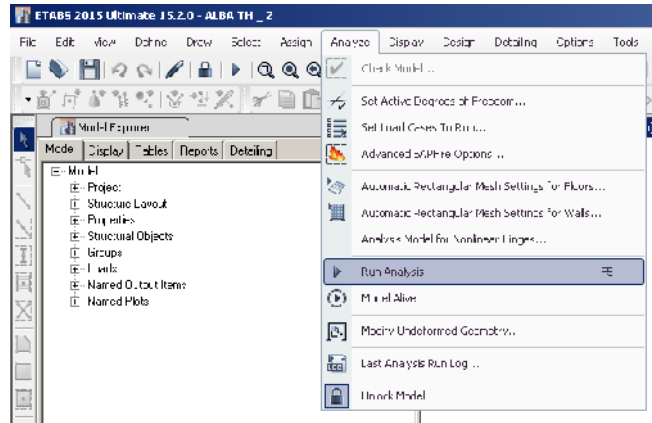


Figura 24. Recorrido para ejecutar el análisis de los Casos de Carga

A continuación se muestran los resultados del análisis sísmico modal espectral:

Tabla 41

Cortante Basal debido a la Aceleración Espectral

Load Case/Combo	FX (Tn)	FY (Tn)
SS DIN X Max	88.9904	8.7278
SS DIN Y Max	8.7278	71.5991

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 42

Fuerzas de Compresión en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral

Dirección X

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	SS DIN X Max	Bottom	27.9213
Story1	X11	SS DIN X Max	Bottom	25.0921
Story1	Y2	SS DIN X Max	Bottom	22.6423
Story1	Y1	SS DIN X Max	Bottom	17.029
Story1	X1	SS DIN X Max	Bottom	15.6016
Story1	Y7	SS DIN X Max	Bottom	11.9609
Story1	Y9	SS DIN X Max	Bottom	9.9665
Story1	X8	SS DIN X Max	Bottom	8.1217
Story1	X9	SS DIN X Max	Bottom	7.4708
Story1	X4	SS DIN X Max	Bottom	7.0941
Story1	X7	SS DIN X Max	Bottom	6.9861
Story1	X5	SS DIN X Max	Bottom	6.7017
Story1	Y10	SS DIN X Max	Bottom	6.5835
Story1	Y5	SS DIN X Max	Bottom	5.7643
Story1	X3	SS DIN X Max	Bottom	4.832
Story1	X6	SS DIN X Max	Bottom	4.6811
Story1	Y8	SS DIN X Max	Bottom	4.5537
Story1	Y4	SS DIN X Max	Bottom	2.1497
Story1	Y3	SS DIN X Max	Bottom	0.9793
Story1	Y6	SS DIN X Max	Bottom	0.7694
Story1	X2	SS DIN X Max	Bottom	0.6844

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43*Fuerzas de Compresión en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral**Dirección Y*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	SS DIN Y Max	Bottom	50.3728
Story1	X6	SS DIN Y Max	Bottom	26.2585
Story1	Y1	SS DIN Y Max	Bottom	15.9382
Story1	Y2	SS DIN Y Max	Bottom	14.032
Story1	X4	SS DIN Y Max	Bottom	12.8247
Story1	X11	SS DIN Y Max	Bottom	12.1076
Story1	X9	SS DIN Y Max	Bottom	11.886
Story1	X1	SS DIN Y Max	Bottom	11.6563
Story1	Y5	SS DIN Y Max	Bottom	10.2722
Story1	X5	SS DIN Y Max	Bottom	9.8821
Story1	X7	SS DIN Y Max	Bottom	6.1909
Story1	Y10	SS DIN Y Max	Bottom	5.8738
Story1	Y4	SS DIN Y Max	Bottom	5.3549
Story1	X8	SS DIN Y Max	Bottom	5.0729
Story1	Y9	SS DIN Y Max	Bottom	4.2482
Story1	Y6	SS DIN Y Max	Bottom	3.3411
Story1	Y8	SS DIN Y Max	Bottom	3.3401
Story1	Y3	SS DIN Y Max	Bottom	3.114
Story1	Y7	SS DIN Y Max	Bottom	3.0972
Story1	X2	SS DIN Y Max	Bottom	1.2534
Story1	X3	SS DIN Y Max	Bottom	1.0202

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 44*Cortante en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral Dirección X*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2 (Tn)
Story1	X2	SS DIN X Max	Bottom	17.6242
Story1	X10	SS DIN X Max	Bottom	12.2582
Story1	X5	SS DIN X Max	Bottom	9.893
Story1	X11	SS DIN X Max	Bottom	8.4446
Story1	X6	SS DIN X Max	Bottom	7.9411
Story1	X1	SS DIN X Max	Bottom	7.9163
Story1	X9	SS DIN X Max	Bottom	6.5578
Story1	X4	SS DIN X Max	Bottom	4.7149
Story1	X3	SS DIN X Max	Bottom	4.6108
Story1	X7	SS DIN X Max	Bottom	3.8334
Story1	Y1	SS DIN X Max	Bottom	3.3091
Story1	Y2	SS DIN X Max	Bottom	3.0944
Story1	X8	SS DIN X Max	Bottom	3.0804
Story1	Y9	SS DIN X Max	Bottom	1.5743
Story1	Y7	SS DIN X Max	Bottom	1.1426
Story1	Y3	SS DIN X Max	Bottom	0.9589
Story1	Y5	SS DIN X Max	Bottom	0.8584
Story1	Y10	SS DIN X Max	Bottom	0.6639
Story1	Y8	SS DIN X Max	Bottom	0.6358
Story1	Y4	SS DIN X Max	Bottom	0.4308
Story1	Y6	SS DIN X Max	Bottom	0.3831

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 45*Cortante en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral Dirección Y*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2 (Tn)
Story1	Y9	SS DIN Y Max	Bottom	23.5101
Story1	X2	SS DIN Y Max	Bottom	11.8207
Story1	X10	SS DIN Y Max	Bottom	11.5153
Story1	Y2	SS DIN Y Max	Bottom	10.7223
Story1	Y1	SS DIN Y Max	Bottom	10.6174
Story1	Y10	SS DIN Y Max	Bottom	9.5975
Story1	Y5	SS DIN Y Max	Bottom	6.9411
Story1	X1	SS DIN Y Max	Bottom	4.7676
Story1	Y4	SS DIN Y Max	Bottom	4.6473
Story1	Y3	SS DIN Y Max	Bottom	4.1481
Story1	X9	SS DIN Y Max	Bottom	4.0562
Story1	Y6	SS DIN Y Max	Bottom	3.1763
Story1	X6	SS DIN Y Max	Bottom	3.0218
Story1	X11	SS DIN Y Max	Bottom	2.5374
Story1	X4	SS DIN Y Max	Bottom	2.2847
Story1	Y8	SS DIN Y Max	Bottom	1.8114
Story1	X7	SS DIN Y Max	Bottom	1.3655
Story1	Y7	SS DIN Y Max	Bottom	1.2466
Story1	X5	SS DIN Y Max	Bottom	1.0173
Story1	X8	SS DIN Y Max	Bottom	0.9186
Story1	X3	SS DIN Y Max	Bottom	0.4051

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 46*Momento Flector en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral**Dirección X*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn-m)
Story1	X2	SS DIN X Max	Bottom	111.1311
Story1	X10	SS DIN X Max	Bottom	32.791
Story1	X1	SS DIN X Max	Bottom	21.4315
Story1	X9	SS DIN X Max	Bottom	20.8542
Story1	X11	SS DIN X Max	Bottom	15.7528
Story1	X5	SS DIN X Max	Bottom	15.4331
Story1	X6	SS DIN X Max	Bottom	13.3108
Story1	X4	SS DIN X Max	Bottom	9.5405
Story1	X7	SS DIN X Max	Bottom	8.4675
Story1	X8	SS DIN X Max	Bottom	8.1812
Story1	X3	SS DIN X Max	Bottom	7.6401
Story1	Y2	SS DIN X Max	Bottom	6.3655
Story1	Y9	SS DIN X Max	Bottom	6.1052
Story1	Y5	SS DIN X Max	Bottom	3.515
Story1	Y4	SS DIN X Max	Bottom	2.3224
Story1	Y3	SS DIN X Max	Bottom	2.234
Story1	Y10	SS DIN X Max	Bottom	2.1701
Story1	Y1	SS DIN X Max	Bottom	1.9546
Story1	Y6	SS DIN X Max	Bottom	0.8651
Story1	Y8	SS DIN X Max	Bottom	0.5445
Story1	Y7	SS DIN X Max	Bottom	0.2314

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 47*Momento Flector en Muros Primer Piso debido a Aceleración Espectral**Dirección Y*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn- m)
Story1	X2	SS DIN Y Max	Bottom	82.4201
Story1	Y9	SS DIN Y Max	Bottom	41.5559
Story1	Y10	SS DIN Y Max	Bottom	34.3221
Story1	Y1	SS DIN Y Max	Bottom	18.645
Story1	Y5	SS DIN Y Max	Bottom	18.4338
Story1	Y4	SS DIN Y Max	Bottom	17.9935
Story1	Y2	SS DIN Y Max	Bottom	17.8797
Story1	X1	SS DIN Y Max	Bottom	16.6551
Story1	Y3	SS DIN Y Max	Bottom	15.2939
Story1	X10	SS DIN Y Max	Bottom	14.1084
Story1	X9	SS DIN Y Max	Bottom	13.9069
Story1	X11	SS DIN Y Max	Bottom	12.8076
Story1	Y6	SS DIN Y Max	Bottom	10.256
Story1	X6	SS DIN Y Max	Bottom	4.1312
Story1	Y8	SS DIN Y Max	Bottom	3.1535
Story1	X5	SS DIN Y Max	Bottom	2.258
Story1	Y7	SS DIN Y Max	Bottom	2.2152
Story1	X8	SS DIN Y Max	Bottom	2.1209
Story1	X7	SS DIN Y Max	Bottom	1.021
Story1	X4	SS DIN Y Max	Bottom	0.8742
Story1	X3	SS DIN Y Max	Bottom	0.8325

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 48

Máxima Deriva en Dirección X debido a Aceleración Espectral en Dirección X

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	SS DIN X Max	X	0.00102
Story3	SS DIN X Max	X	0.001135
Story2	SS DIN X Max	X	0.001066
Story1	SS DIN X Max	X	0.000704

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 49

Máxima Deriva en Dirección Y debido a Aceleración Espectral en Dirección Y

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	SS DIN Y Max	Y	0.002369
Story3	SS DIN Y Max	Y	0.00263
Story2	SS DIN Y Max	Y	0.002484
Story1	SS DIN Y Max	Y	0.001523

Fuente: Elaboración Propia.

4.3. ANALISIS SISMICO TIEMPO HISTORIA

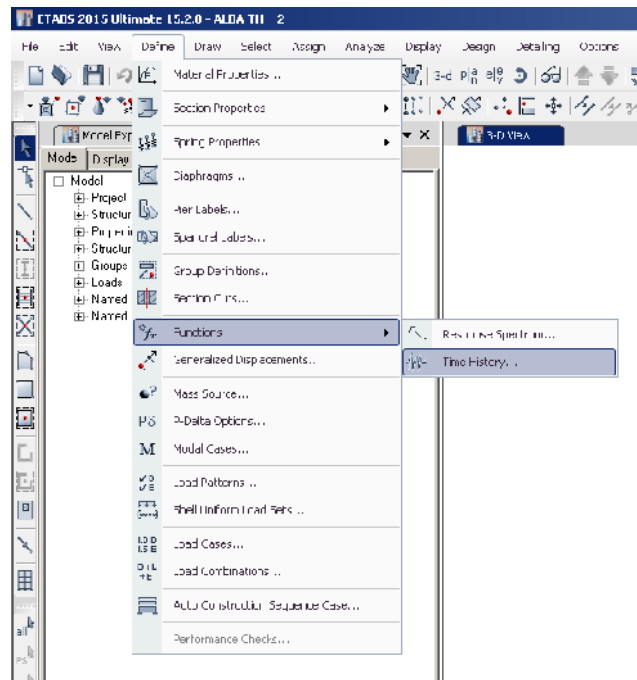


Figura 25. Recorrido para la definición de las funciones tiempo historia.

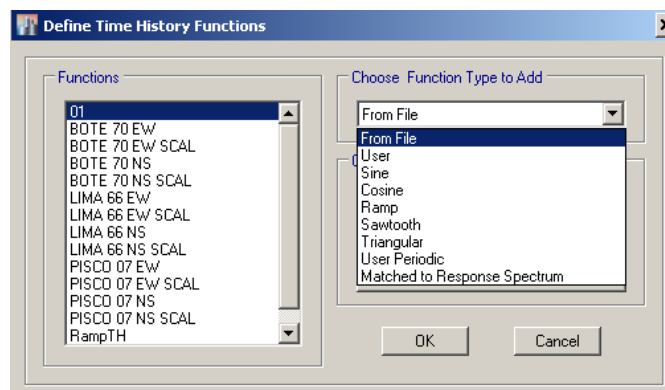


Figura 26. Definición de la función tiempo historia desde un archivo externo.

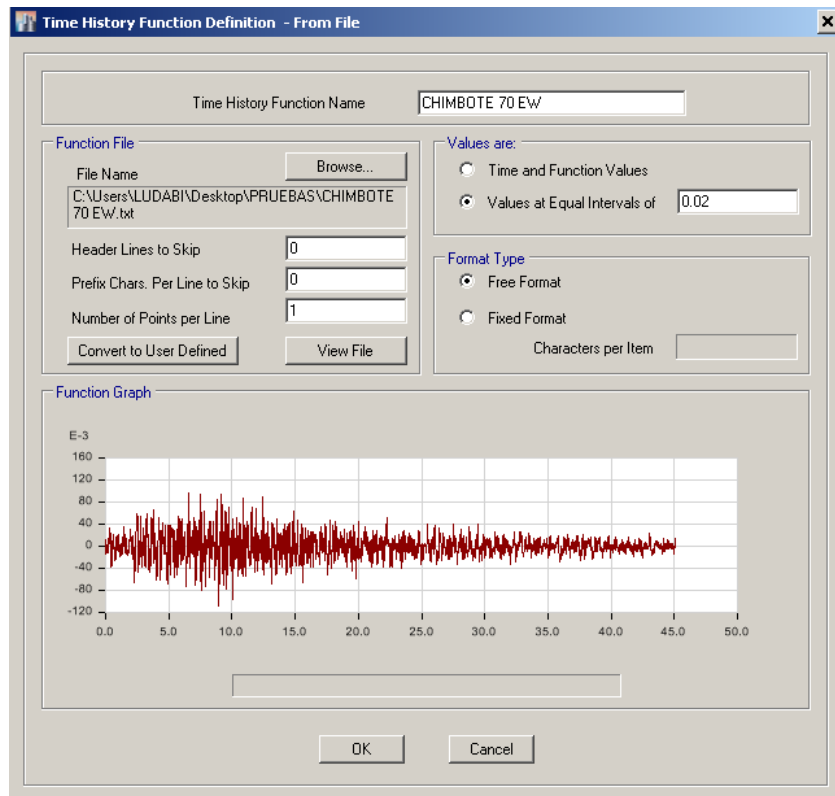


Figura 27. Función tiempo historio cargado desde un archivo con extensión *.txt.

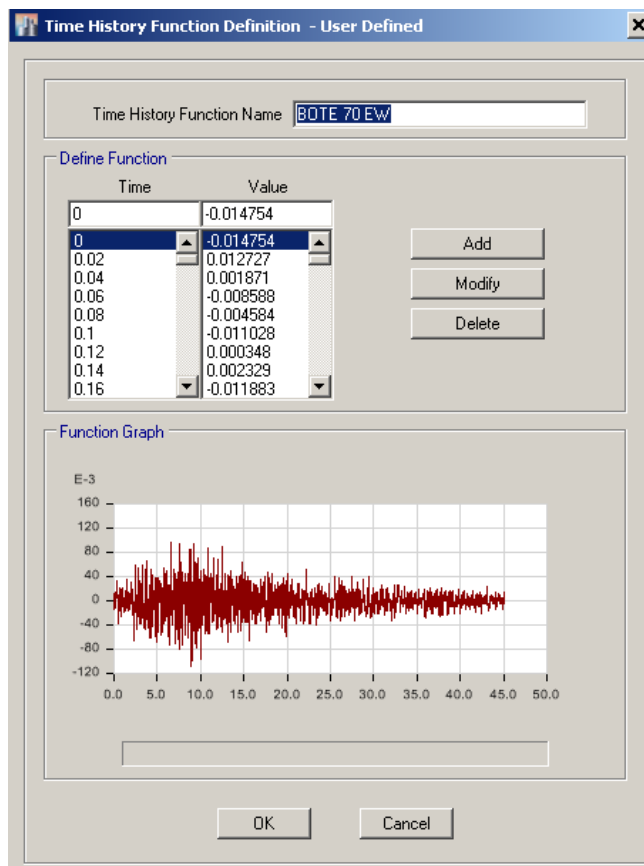


Figura 28. User defined. Función tiempo historia, esta opción se debe realizar si se desea añadir la función como parte de la base de datos en la que estamos trabajando.

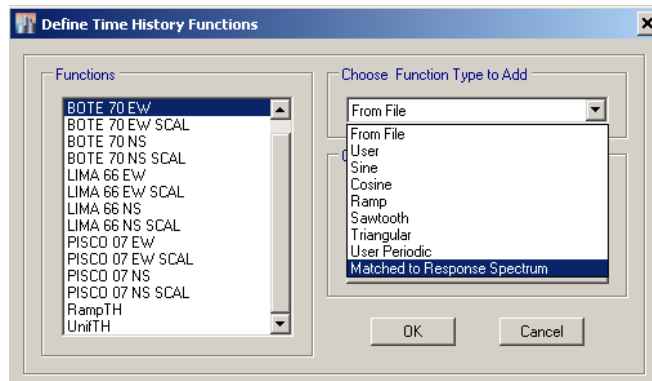


Figura 29. Recorrido para hacer coincidir la función tiempo historia con la función espectral

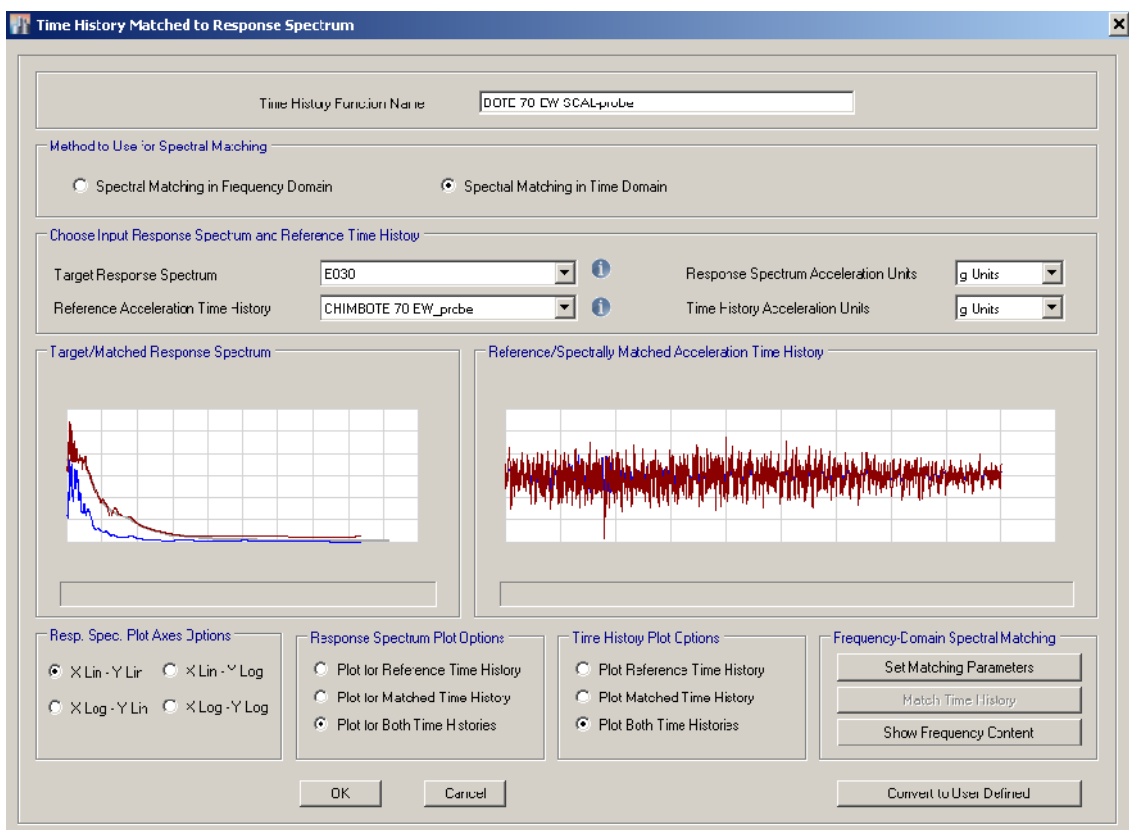


Figura 30. Emparejamiento de la función espectral y la información acelerográfica.

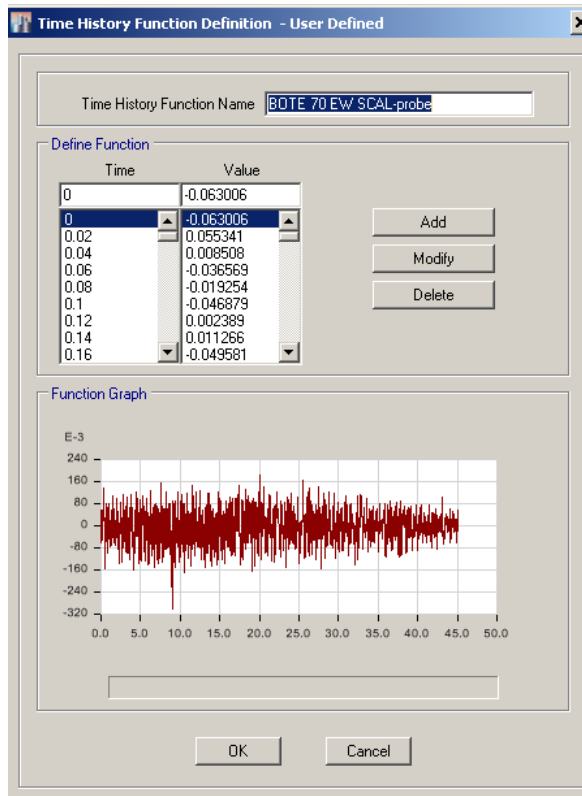


Figura 31. Opción definida por el usuario de la función tiempo historia escalada.

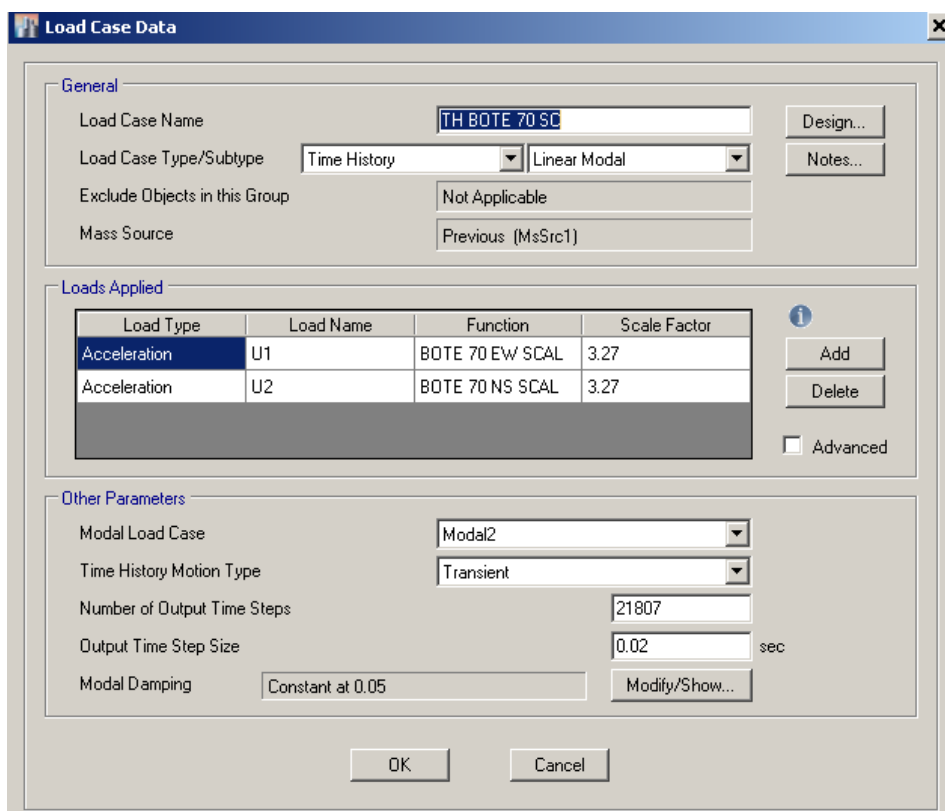


Figura 32. Caso de Carga Modal Tiempo Historia para el Sismo Chimbote 1970 en la dirección este oeste. Los demás Casos corresponden a cada sismo en su dirección correspondiente. Los pasos de chequeo del modelo y la ejecución del análisis son los mismos que para el análisis modal espectral

Tabla 50*Cortantes Basales debido a Reacciones en la Base*

Load Case/Combo	FX (Tn)	FY (Tn)
TH BOTE 70 SC Max	30.206	25.779
TH BOTE 70 SC Min	-33.4836	-28.504
TH PISCO 07 SC Max	25.6909	27.0805
TH PISCO 07 SC Min	-27.1047	-27.3385
TH LIMA 66 SC Max	28.1816	27.158
TH LIMA 66 SC Min	-37.6939	-29.6908

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 51*Fuerzas de Compresión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote*

1970

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	18.5217
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	9.833
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	9.168
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.969
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.7542
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.4811
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.675
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.568
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.7091
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.5909
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.2438
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.8366
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.496
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.4788
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.2783
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.2383
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.969
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.6255
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.1668
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.1398
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.5135

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N° 52. Fuerzas de Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970.

Tabla 52

Fuerzas de Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-21.0741
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-10.3605
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.6362
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.5273
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.2177
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-7.8138
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.7028
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.3163
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.5938
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.4528
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.1757
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.7685
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.2448
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.1395
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.9788
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.2637
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.2214
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.8223
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0778
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0452
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.4585

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 53*Fuerzas de Compresión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	19.9041
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	11.3447
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.1615
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	9.3632
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	8.7452
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.6381
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.1198
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.7932
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.7432
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.3537
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.3335
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.9484
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.707
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6999
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.5423
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	2.3131
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	2.0686
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.5647
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.2416
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.1443
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.5608

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 54*Fuerzas de Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-22.5297
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-10.651
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.8523
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.8384
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.6547
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.3608
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-5.374
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-5.2404
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.9224
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.7843
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3644
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3205
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.767
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.3979
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.2394
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.3505
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.1911
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.9375
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.2829
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1143
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.5091

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 55*Fuerzas de Compresión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Pisco 2007*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	21.2934
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.7519
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.485
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.4078
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.2837
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.7477
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.2737
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.2174
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.1517
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.0298
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.9082
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.4306
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.2476
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.1637
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.066
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.0289
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.7835
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.3608
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1987
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1848
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.5086

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 56*Fuerzas de Tensión en Muros Primer Piso debido al Sismo de Pisco 2007*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P (Tn)
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-20.8461
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-9.607
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-9.4207
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-8.5495
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.6414
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.7748
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.5899
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.024
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.2303
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.2032
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.7957
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.5827
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.3834
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.3679
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.2503
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.1245
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.8332
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.5447
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.2172
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.1651
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.5084

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 57*Cortante Positivo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2 (Tn)
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.5011
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.4279
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	6.828
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.8611
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.8455
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.6082
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.5804
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.5213
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.4592
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.3866
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.201
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.6456
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.0416
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.8029
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.7473
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.6769
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.5199
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.2415
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.2292
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.7436
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.7334

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 58*Cortante Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Chimbote 1970*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2 (Tn)
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.3987
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.1845
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.5298
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.8462
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.837
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.6166
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.315
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.209
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.0859
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.96
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.831
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.6087
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.912
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.6839
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.5736
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.4307
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.4076
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.1273
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0796
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.7324
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.5983

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 59*Cortante Positivo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	8.4709
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	8.3469
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.4963
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.9391
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.9111
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.0797
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.7996
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6647
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.555
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.3231
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.0569
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	2.5359
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.9729
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.9168
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.8806
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.8088
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.7533
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.3991
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.1226
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.7289
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.6808

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 60*Cortante Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-8.1712
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.9418
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.6611
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3919
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3207
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.1851
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.1423
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0729
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0661
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0436
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0061
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.6184
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.9578
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.7402
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.7107
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.4876
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.4723
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1701
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1049
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.7909
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.7551

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 61*Cortante Positivo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Pisco 2007*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.2759
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.6292
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.1475
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.6215
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.5613
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.5825
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.0998
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.9879
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7321
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7182
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7172
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.5011
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.77
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.6864
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.6625
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.384
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.2969
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1682
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.0531
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.6986
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.6236

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62*Cortante Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Pisco 2007*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.8341
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.5153
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.2768
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.3973
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.3647
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.1732
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.0652
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.7951
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.6675
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.4858
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.3478
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.3394
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.6982
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.6423
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.4965
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.3185
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.2902
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.1312
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.0151
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.668
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.6221

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 63

*Momento Flector Positivo en Muros Primer Piso debido al
Sismo de Chimbote 1970*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn-m)
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	51.5787
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	14.5373
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	13.5844
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	11.9192
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	10.3869
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	9.4558
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.8418
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.3433
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.0533
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	6.858
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	6.692
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.7798
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.3565
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.9048
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.6319
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.3355
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.0883
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.9507
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.7138
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.2229
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.8265

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 64

*Momento Flector Negativo en Muros Primer Piso debido al
Sismo de Chimbote 1970*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn-m)
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-49.6643
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-13.6511
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-12.3063
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-11.3983
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.998
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.4857
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-7.7783
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.6787
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.371
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.2824
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.0737
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.4464
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.1582
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.7219
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.5502
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.2187
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.8289
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.8286
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.5353
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0749
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.8056

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 65*Momento Flector Positivo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn-m)
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	56.1478
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	15.1611
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	14.7234
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	12.5362
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.5185
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.0177
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	7.8842
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	7.468
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	7.3429
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.5548
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.4676
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.4492
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	5.881
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	5.789
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.7921
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6153
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.607
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.565
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.0666
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.1212
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.8842

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 66*Momento Flector Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Lima 1966*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-56.8585
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-13.4271
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-12.7519
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-11.2457
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-10.9374
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.3987
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.9018
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.7244
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.8089
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.7469
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.5182
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-5.7964
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.8946
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.8796
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.3611
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.981
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.9066
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.6511
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.3121
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1536
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.8209

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 67*Momento Flector Positivo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Piso 2007*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn-m)
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	43.6016
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	14.6933
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	12.0037
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	11.991
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.6948
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.6309
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	7.4725
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	7.3042
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	7.1949
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.7129
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.2531
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.5348
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.0267
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.5854
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.5299
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.8932
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.796
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.6904
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.2925
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1447
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.8034

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68*Momento Flector Negativo en Muros Primer Piso debido al Sismo de Piso 2007*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3 (Tn-m)
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-42.4041
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-14.1765
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-11.2955
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-10.8297
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-8.8115
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-8.1731
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.3845
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.3522
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.8735
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.7788
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.5851
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.7632
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.5686
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.389
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.4667
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.7312
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.5847
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.4985
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.0994
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.1488
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.8224

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 69*Máxima Deriva en Dirección X debido a Sismo de Chimbote 1970*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000521
Story3	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000549
Story2	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000501
Story1	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000331

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 70*Máxima Deriva en Dirección Y debido a Sismo de Chimbote 1970*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000866
Story3	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000938
Story2	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000856
Story1	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000528

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 71*Máxima Deriva en Dirección X debido a Sismo de Lima 1966*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000554
Story3	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000608
Story2	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000554
Story1	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000339

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 72*Máxima Deriva en Dirección Y debido a Sismo de Lima 1966*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000829
Story3	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000911
Story2	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000881
Story1	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000556

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 73*Máxima Deriva en Dirección X debido a Sismo de Pisco 2007*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000416
Story3	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000465
Story2	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000431
Story1	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000272

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 74*Máxima Deriva en Dirección Y debido a Sismo de Pisco 2007*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000809
Story3	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.00087
Story2	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000808
Story1	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000531

Fuente: Elaboración Propia.

4.4. TABLAS DE VALIDACIÓN DE LA HIPOTESIS

A continuación se presentan los resultados obtenidos del ETABS de los muros X, ordenados según el valor correspondiente al caso de carga respectivo.

Fuerzas Axiales

Tabla 75

Fuerza Axial en Muro X1

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X1	SS EST X	Bottom	-16.2577
Story1	X1	SS DIN X Max	Bottom	15.6016
Story1	X1	SS DIN Y Max	Bottom	11.6563
Story1	X1	SS EST Y	Bottom	11.5567
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-7.8138
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.4811
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.3608
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.7477
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.6381
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.7748

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 76

Fuerza Axial en Muro X2

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X2	SS EST Y	Bottom	1.7201
Story1	X2	SS DIN Y Max	Bottom	1.2534
Story1	X2	SS EST X	Bottom	-0.7732
Story1	X2	SS DIN X Max	Bottom	0.6844
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.5608
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.5135
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.5091
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.5086
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.5084
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.4585

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 77*Fuerza Axial en Muro X3*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X3	SS EST X	Bottom	-6.0946
Story1	X3	SS DIN X Max	Bottom	4.8320
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.9375
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.8223
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.6255
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.5647
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.5447
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.3608
Story1	X3	SS DIN Y Max	Bottom	1.0202
Story1	X3	SS EST Y	Bottom	-1.0003

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 78*Fuerza Axial en Muro X4*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X4	SS EST Y	Bottom	-17.5542
Story1	X4	SS DIN Y Max	Bottom	12.8247
Story1	X4	SS EST X	Bottom	-9.6659
Story1	X4	SS DIN X Max	Bottom	7.0941
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.1198
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.7028
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.5680
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-5.3740
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.2737
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.0240

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 79*Fuerza Axial en Muro X5*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X5	SS EST Y	Bottom	13.6567
Story1	X5	SS DIN Y Max	Bottom	9.8821
Story1	X5	SS EST X	Bottom	8.9335
Story1	X5	SS DIN X Max	Bottom	6.7017
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-5.2404
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.7091
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.5938
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.3537
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.2032
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.1517

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 80*Fuerza Axial en Muro X6*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X6	SS EST Y	Bottom	33.7486
Story1	X6	SS DIN Y Max	Bottom	26.2585
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	9.8330
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.6547
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.6362
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-9.4207
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	9.3632
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.7519
Story1	X6	SS EST X	Bottom	6.4666
Story1	X6	SS DIN X Max	Bottom	4.6811

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 81*Fuerza Axial en Muro X7*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X7	SS EST X	Bottom	-8.4065
Story1	X7	SS EST Y	Bottom	8.3178
Story1	X7	SS DIN X Max	Bottom	6.9861
Story1	X7	SS DIN Y Max	Bottom	6.1909
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.7070
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.4788
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.3979
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.3834
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.2476
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.1395

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 82*Fuerza Axial en Muro X8*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X8	SS EST X	Bottom	-9.9567
Story1	X8	SS DIN X Max	Bottom	8.1217
Story1	X8	SS EST Y	Bottom	6.4907
Story1	X8	SS DIN Y Max	Bottom	5.0729
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.7670
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6999
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.4960
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.3679
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.2448
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.1637

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 83*Fuerza Axial en Muro X9*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X9	SS EST X	Bottom	-12.198
Story1	X9	SS EST Y	Bottom	-12.0972
Story1	X9	SS DIN Y Max	Bottom	11.886
Story1	X9	SS DIN X Max	Bottom	7.4708
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.6750
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.5899
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.3163
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.2174
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.7843
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.7432

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 84*Fuerza Axial en Muro X10*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X10	SS EST Y	Bottom	-61.2827
Story1	X10	SS DIN Y Max	Bottom	50.3728
Story1	X10	SS EST X	Bottom	34.0332
Story1	X10	SS DIN X Max	Bottom	27.9213
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-22.5297
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	21.2934
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-21.0741
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-20.8461
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	19.9041
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	18.5217

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 85*Fuerza Axial en Muro X11*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	X11	SS EST X	Bottom	-32.7139
Story1	X11	SS DIN X Max	Bottom	25.0921
Story1	X11	SS EST Y	Bottom	-16.6269
Story1	X11	SS DIN Y Max	Bottom	12.1076
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	11.3447
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-10.3605
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.8523
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-9.6070
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	9.1680
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.4078

Fuente: Elaboración Propia.

Cortantes

Tabla 86

Cortantes en Muro X1

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X1	SS EST X	Bottom	9.2932
Story1	X1	SS DIN X Max	Bottom	7.9163
Story1	X1	SS DIN Y Max	Bottom	4.7676
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6647
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.6166
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.5804
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.0652
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.1423
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7321
Story1	X1	SS EST Y	Bottom	2.0797

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 87

Cortantes en Muro X2

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X2	SS EST X	Bottom	21.3317
Story1	X2	SS DIN X Max	Bottom	17.6242
Story1	X2	SS DIN Y Max	Bottom	11.8207
Story1	X2	SS EST Y	Bottom	9.7051
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.5011
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.3987
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	8.3469
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.9418
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.6292
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.5153

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 88*Cortantes en Muro X3*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X3	SS EST X	Bottom	5.7413
Story1	X3	SS DIN X Max	Bottom	4.6108
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.9168
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.6769
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.5736
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.4723
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.3840
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.3185
Story1	X3	SS DIN Y Max	Bottom	0.4051
Story1	X3	SS EST Y	Bottom	-0.2403

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 89*Cortantes en Muro X4*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X4	SS EST X	Bottom	6.0098
Story1	X4	SS DIN X Max	Bottom	4.7149
Story1	X4	SS EST Y	Bottom	2.7646
Story1	X4	SS DIN Y Max	Bottom	2.2847
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.0416
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.9729
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.9578
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.912
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.6625
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.4965

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 90*Cortantes en Muro X5*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X5	SS EST X	Bottom	12.4244
Story1	X5	SS DIN X Max	Bottom	9.893
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.0797
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.6082
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.315
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0661
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.9879
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.7951
Story1	X5	SS DIN Y Max	Bottom	1.0173
Story1	X5	SS EST Y	Bottom	0.1232

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 91*Cortantes en Muro X6*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X6	SS EST X	Bottom	10.1007
Story1	X6	SS DIN X Max	Bottom	7.9411
Story1	X6	SS EST Y	Bottom	3.5068
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.201
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.0569
Story1	X6	SS DIN Y Max	Bottom	3.0218
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0061
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.96
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7182
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.3394

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 92*Cortantes en Muro X7*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X7	SS EST X	Bottom	4.7837
Story1	X7	SS DIN X Max	Bottom	3.8334
Story1	X7	SS EST Y	Bottom	-1.8179
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.7533
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.5199
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.4876
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.4076
Story1	X7	SS DIN Y Max	Bottom	1.3655
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.2969
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.2902

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 93*Cortantes en Muro X8*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X8	SS EST X	Bottom	3.8892
Story1	X8	SS DIN X Max	Bottom	3.0804
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.3991
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.2415
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1701
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.1273
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.0531
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.0151
Story1	X8	SS EST Y	Bottom	-0.9972
Story1	X8	SS DIN Y Max	Bottom	0.9186

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 94*Cortantes en Muro X9*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X9	SS EST X	Bottom	8.7113
Story1	X9	SS DIN X Max	Bottom	6.5578
Story1	X9	SS DIN Y Max	Bottom	4.0562
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.4592
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.3231
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0436
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.831
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7172
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.4858
Story1	X9	SS EST Y	Bottom	-1.8558

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 95*Cortantes en Muro X10*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X10	SS EST X	Bottom	15.5577
Story1	X10	SS EST Y	Bottom	-12.6406
Story1	X10	SS DIN X Max	Bottom	12.2582
Story1	X10	SS DIN Y Max	Bottom	11.5153
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	6.828
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.6611
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.5298
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.4963
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.2768
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.1475

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 96*Cortantes en Muro X11*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	X11	SS EST X	Bottom	10.9703
Story1	X11	SS DIN X Max	Bottom	8.4446
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.7996
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.5213
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.0998
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.0859
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.0729
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.6675
Story1	X11	SS DIN Y Max	Bottom	2.5374
Story1	X11	SS EST Y	Bottom	-0.5121

Fuente: Elaboración Propia.

Momentos Flectores

Tabla 97

Momentos Flectores en Muro X1

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X1	SS EST X	Bottom	26.7213
Story1	X1	SS DIN X Max	Bottom	21.4315
Story1	X1	SS EST Y	Bottom	17.3903
Story1	X1	SS DIN Y Max	Bottom	16.6551
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-10.9374
Story1	X1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.5185
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	10.3869
Story1	X1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.9980
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.6948
Story1	X1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-8.1731

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 98

Momentos Flectores en Muro X2

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X2	SS EST X	Bottom	136.2937
Story1	X2	SS DIN X Max	Bottom	111.1311
Story1	X2	SS DIN Y Max	Bottom	82.4201
Story1	X2	SS EST Y	Bottom	76.3573
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-56.8585
Story1	X2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	56.1478
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	51.5787
Story1	X2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-49.6643
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	43.6016
Story1	X2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-42.4041

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 99*Momentos Flectores en Muro X3*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X3	SS EST X	Bottom	9.5744
Story1	X3	SS DIN X Max	Bottom	7.6401
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.0666
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.7138
Story1	X3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.5353
Story1	X3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.3121
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.2925
Story1	X3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.0994
Story1	X3	SS DIN Y Max	Bottom	0.8325
Story1	X3	SS EST Y	Bottom	0.1183

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 100*Momentos Flectores en Muro X4*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X4	SS EST X	Bottom	11.8437
Story1	X4	SS DIN X Max	Bottom	9.5405
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.7921
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.3355
Story1	X4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.2187
Story1	X4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.9810
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.8932
Story1	X4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.7312
Story1	X4	SS DIN Y Max	Bottom	0.8742
Story1	X4	SS EST Y	Bottom	-0.8511

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 101*Momentos Flectores en Muro X5*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X5	SS EST X	Bottom	19.4190
Story1	X5	SS DIN X Max	Bottom	15.4331
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.4676
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.3565
Story1	X5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.1582
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.0267
Story1	X5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.8796
Story1	X5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.5686
Story1	X5	SS EST Y	Bottom	-2.5505
Story1	X5	SS DIN Y Max	Bottom	2.2580

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 102*Momentos Flectores en Muro X6*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X6	SS EST X	Bottom	16.6080
Story1	X6	SS DIN X Max	Bottom	13.3108
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	5.7890
Story1	X6	SS EST Y	Bottom	-5.7011
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.9048
Story1	X6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.8946
Story1	X6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.7219
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.5854
Story1	X6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.3890
Story1	X6	SS DIN Y Max	Bottom	4.1312

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 103*Momentos Flectores en Muro X7*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X7	SS EST X	Bottom	10.6439
Story1	X7	SS DIN X Max	Bottom	8.4675
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.5650
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.9507
Story1	X7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.8289
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.6904
Story1	X7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.6511
Story1	X7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.4985
Story1	X7	SS EST Y	Bottom	-1.1467
Story1	X7	SS DIN Y Max	Bottom	1.0210

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 104*Momentos Flectores en Muro X8*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X8	SS EST X	Bottom	10.3585
Story1	X8	SS DIN X Max	Bottom	8.1812
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6153
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.0883
Story1	X8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.9066
Story1	X8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.8286
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.7960
Story1	X8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.5847
Story1	X8	SS EST Y	Bottom	-2.2558
Story1	X8	SS DIN Y Max	Bottom	2.1209

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 105*Momentos Flectores en Muro X9*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X9	SS EST X	Bottom	26.1840
Story1	X9	SS DIN X Max	Bottom	20.8542
Story1	X9	SS EST Y	Bottom	-16.7529
Story1	X9	SS DIN Y Max	Bottom	13.9069
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.0177
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.4857
Story1	X9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	9.4558
Story1	X9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.3987
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-8.8115
Story1	X9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.6309

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 106*Momentos Flectores en Muro X10*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X10	SS EST X	Bottom	42.0864
Story1	X10	SS DIN X Max	Bottom	32.7910
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	15.1611
Story1	X10	SS DIN Y Max	Bottom	14.1084
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	13.5844
Story1	X10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-12.7519
Story1	X10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-12.3063
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	11.9910
Story1	X10	SS EST Y	Bottom	-11.9067
Story1	X10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-10.8297

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 107*Momentos Flectores en Muro X11*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	X11	SS EST X	Bottom	20.0080
Story1	X11	SS DIN X Max	Bottom	15.7528
Story1	X11	SS EST Y	Bottom	-14.1823
Story1	X11	SS DIN Y Max	Bottom	12.8076
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	7.8842
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.8418
Story1	X11	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-7.7783
Story1	X11	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.7244
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.3522
Story1	X11	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	7.3042

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del ETABS de los muros Y, ordenados según el valor correspondiente al caso de carga respectivo.

Fuerzas Axiales

Tabla 108

Fuerza Axial en Muro Y1

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y1	SS EST Y	Bottom	23.8525
Story1	Y1	SS EST X	Bottom	23.2817
Story1	Y1	SS DIN X Max	Bottom	17.0290
Story1	Y1	SS DIN Y Max	Bottom	15.9382
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-9.8384
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.9690
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	8.7452
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.2837
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.2177
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.6414

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 109

Fuerza Axial en Muro Y2

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y2	SS EST X	Bottom	25.9942
Story1	Y2	SS EST Y	Bottom	-24.2899
Story1	Y2	SS DIN X Max	Bottom	22.6423
Story1	Y2	SS DIN Y Max	Bottom	14.0320
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-10.6510
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.1615
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-9.5273
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.7542
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-8.5495
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.4850

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 110*Fuerza Axial en Muro Y3*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y3	SS EST Y	Bottom	4.7864
Story1	Y3	SS DIN Y Max	Bottom	3.1140
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.2829
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.2172
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1987
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.1668
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.1443
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0452
Story1	Y3	SS DIN X Max	Bottom	0.9793
Story1	Y3	SS EST X	Bottom	-0.8493

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 111*Fuerza Axial en Muro Y4*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y4	SS EST Y	Bottom	7.3571
Story1	Y4	SS DIN Y Max	Bottom	5.3549
Story1	Y4	SS EST X	Bottom	2.9993
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.3505
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.2383
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.2214
Story1	Y4	SS DIN X Max	Bottom	2.1497
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.1245
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	2.0686
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.0289

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 112*Fuerza Axial en Muro Y5*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y5	SS EST Y	Bottom	13.9828
Story1	Y5	SS DIN Y Max	Bottom	10.2722
Story1	Y5	SS EST X	Bottom	7.8285
Story1	Y5	SS DIN X Max	Bottom	5.7643
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.9224
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.5909
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.4528
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.3335
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.2303
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.0298

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 113*Fuerza Axial en Muro Y6*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y6	SS EST Y	Bottom	4.4508
Story1	Y6	SS DIN Y Max	Bottom	3.3411
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.2416
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1848
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.1651
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.1398
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1143
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0778
Story1	Y6	SS DIN X Max	Bottom	0.7694
Story1	Y6	SS EST X	Bottom	-0.7652

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 114*Fuerza Axial en Muro Y7*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y7	SS EST X	Bottom	14.5232
Story1	Y7	SS DIN X Max	Bottom	11.9609
Story1	Y7	SS EST Y	Bottom	-5.4957
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.7932
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3644
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.2438
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-4.1757
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.9082
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.7957
Story1	Y7	SS DIN Y Max	Bottom	3.0972

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 115*Fuerza Axial en Muro Y8*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y8	SS EST X	Bottom	-6.0161
Story1	Y8	SS EST Y	Bottom	-4.6669
Story1	Y8	SS DIN X Max	Bottom	4.5537
Story1	Y8	SS DIN Y Max	Bottom	3.3401
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	2.3131
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.2637
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.1911
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.9690
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.8332
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.7835

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 116*Fuerza Axial en Muro Y9*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y9	SS EST X	Bottom	-12.3750
Story1	Y9	SS DIN X Max	Bottom	9.9665
Story1	Y9	SS EST Y	Bottom	5.5660
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3205
Story1	Y9	SS DIN Y Max	Bottom	4.2482
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.9484
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.8366
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.7685
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.5827
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.4306

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 117*Fuerza Axial en Muro Y10*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P
Story1	Y10	SS EST X	Bottom	-7.9881
Story1	Y10	SS EST Y	Bottom	7.5277
Story1	Y10	SS DIN X Max	Bottom	6.5835
Story1	Y10	SS DIN Y Max	Bottom	5.8738
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.5423
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.2783
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.2503
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.2394
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.0660
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.9788

Fuente: Elaboración Propia.

Cortantes

Tabla 118

Cortantes en Muro Y1

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y1	SS EST Y	Bottom	16.3660
Story1	Y1	SS DIN Y Max	Bottom	10.6174
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.9391
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.8455
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.5613
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3919
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.3647
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.8370
Story1	Y1	SS DIN X Max	Bottom	3.3091
Story1	Y1	SS EST X	Bottom	-1.1652

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 119

Cortantes en Muro Y2

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y2	SS EST Y	Bottom	16.5779
Story1	Y2	SS DIN Y Max	Bottom	10.7223
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	4.9111
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	4.8611
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	4.6215
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-4.3973
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-4.3207
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.8462
Story1	Y2	SS DIN X Max	Bottom	3.0944
Story1	Y2	SS EST X	Bottom	-0.8796

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 120*Cortantes en Muro Y3*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y3	SS EST Y	Bottom	6.6260
Story1	Y3	SS DIN Y Max	Bottom	4.1481
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.8088
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.7473
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.7402
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.6864
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.6423
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.4307
Story1	Y3	SS DIN X Max	Bottom	0.9589
Story1	Y3	SS EST X	Bottom	-0.5448

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 121*Cortantes en Muro Y4*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y4	SS EST Y	Bottom	7.0787
Story1	Y4	SS DIN Y Max	Bottom	4.6473
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.8806
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.8029
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.7700
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.7107
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.6982
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.6839
Story1	Y4	SS DIN X Max	Bottom	0.4308
Story1	Y4	SS EST X	Bottom	0.1692

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 122*Cortantes en Muro Y5*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y5	SS EST Y	Bottom	10.0721
Story1	Y5	SS DIN Y Max	Bottom	6.9411
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	2.6456
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-2.6184
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-2.6087
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	2.5359
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	2.5011
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-2.3478
Story1	Y5	SS EST X	Bottom	1.4864
Story1	Y5	SS DIN X Max	Bottom	0.8584

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 123*Cortantes en Muro Y6*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y6	SS EST Y	Bottom	4.4035
Story1	Y6	SS DIN Y Max	Bottom	3.1763
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.2292
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1682
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.1312
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.1226
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1049
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0796
Story1	Y6	SS DIN X Max	Bottom	0.3831
Story1	Y6	SS EST X	Bottom	-0.2250

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 124*Cortantes en Muro Y7*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y7	SS EST Y	Bottom	2.0401
Story1	Y7	SS EST X	Bottom	-1.2536
Story1	Y7	SS DIN Y Max	Bottom	1.2466
Story1	Y7	SS DIN X Max	Bottom	1.1426
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.7551
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.7334
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.7289
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.6236
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.6221
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.5983

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 125*Cortantes en Muro Y8*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y8	SS EST Y	Bottom	2.5861
Story1	Y8	SS DIN Y Max	Bottom	1.8114
Story1	Y8	SS EST X	Bottom	0.9272
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.7909
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.7436
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.7324
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.6986
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.6680
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.6808
Story1	Y8	SS DIN X Max	Bottom	0.6358

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 126*Cortantes en Muro Y9*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y9	SS EST Y	Bottom	30.7909
Story1	Y9	SS DIN Y Max	Bottom	23.5101
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	8.4709
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	8.4279
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	8.2759
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.1845
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-8.1712
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.8341
Story1	Y9	SS EST X	Bottom	1.6652
Story1	Y9	SS DIN X Max	Bottom	1.5743

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 127*Cortantes en Muro Y10*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	V2
Story1	Y10	SS EST Y	Bottom	11.6517
Story1	Y10	SS DIN Y Max	Bottom	9.5975
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.5825
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.5550
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.3866
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.2090
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.1851
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.1732
Story1	Y10	SS DIN X Max	Bottom	0.6639
Story1	Y10	SS EST X	Bottom	-0.2334

Fuente: Elaboración Propia.

Momentos Flectores

Tabla 128

Momentos Flectores en Muro Y1

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y1	SS EST Y	Bottom	30.4889
Story1	Y1	SS DIN Y Max	Bottom	18.6450
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	7.3429
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	7.1949
Story1	Y1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.8735
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	6.8580
Story1	Y1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.7469
Story1	Y1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.6787
Story1	Y1	SS DIN X Max	Bottom	1.9546
Story1	Y1	SS EST X	Bottom	1.8523

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 129

Momentos Flectores en Muro Y2

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y2	SS EST Y	Bottom	29.7216
Story1	Y2	SS DIN Y Max	Bottom	17.8797
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-7.9018
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	7.4725
Story1	Y2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	7.4680
Story1	Y2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-7.3845
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.3433
Story1	Y2	SS DIN X Max	Bottom	6.3655
Story1	Y2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.0737
Story1	Y2	SS EST X	Bottom	-4.7307

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 130*Momentos Flectores en Muro Y3*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y3	SS EST Y	Bottom	24.0206
Story1	Y3	SS DIN Y Max	Bottom	15.2939
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	5.8810
Story1	Y3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-5.7964
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	5.7798
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-5.7632
Story1	Y3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	5.5348
Story1	Y3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-5.4464
Story1	Y3	SS DIN X Max	Bottom	2.2340
Story1	Y3	SS EST X	Bottom	-0.5296

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 131*Momentos Flectores en Muro Y4*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y4	SS EST Y	Bottom	27.1307
Story1	Y4	SS DIN Y Max	Bottom	17.9935
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	6.692
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.5851
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.5182
Story1	Y4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.4492
Story1	Y4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.371
Story1	Y4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.2531
Story1	Y4	SS DIN X Max	Bottom	2.3224
Story1	Y4	SS EST X	Bottom	-0.7174

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 132*Momentos Flectores en Muro Y5*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y5	SS EST Y	Bottom	26.9034
Story1	Y5	SS DIN Y Max	Bottom	18.4338
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	7.0533
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-6.8089
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-6.7788
Story1	Y5	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	6.7129
Story1	Y5	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	6.5548
Story1	Y5	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-6.2824
Story1	Y5	SS DIN X Max	Bottom	3.5150
Story1	Y5	SS EST X	Bottom	-2.6885

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 133*Momentos Flectores en Muro Y6*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y6	SS EST Y	Bottom	14.0694
Story1	Y6	SS DIN Y Max	Bottom	10.2560
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	3.6319
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	3.6070
Story1	Y6	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-3.5502
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	3.5299
Story1	Y6	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-3.4667
Story1	Y6	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-3.3611
Story1	Y6	SS DIN X Max	Bottom	0.8651
Story1	Y6	SS EST X	Bottom	-0.1757

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 134*Momentos Flectores en Muro Y7*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y7	SS EST Y	Bottom	3.4932
Story1	Y7	SS DIN Y Max	Bottom	2.2152
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	0.8842
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	0.8265
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-0.8224
Story1	Y7	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-0.8209
Story1	Y7	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-0.8056
Story1	Y7	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	0.8034
Story1	Y7	SS DIN X Max	Bottom	0.2314
Story1	Y7	SS EST X	Bottom	0.0883

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 135*Momentos Flectores en Muro Y8*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y8	SS EST Y	Bottom	4.5443
Story1	Y8	SS DIN Y Max	Bottom	3.1535
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	1.2229
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-1.1536
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-1.1488
Story1	Y8	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	1.1447
Story1	Y8	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	1.1212
Story1	Y8	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-1.0749
Story1	Y8	SS DIN X Max	Bottom	0.5445
Story1	Y8	SS EST X	Bottom	-0.4038

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 136*Momentos Flectores en Muro Y9*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y9	SS EST Y	Bottom	54.5695
Story1	Y9	SS DIN Y Max	Bottom	41.5559
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	14.7234
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	14.6933
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	14.5373
Story1	Y9	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-14.1765
Story1	Y9	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-13.6511
Story1	Y9	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-13.4271
Story1	Y9	SS DIN X Max	Bottom	6.1052
Story1	Y9	SS EST X	Bottom	-5.3815

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 137*Momentos Flectores en Muro Y10*

Story	Pier	Load Case/Combo	Location	M3
Story1	Y10	SS EST Y	Bottom	42.1497
Story1	Y10	SS DIN Y Max	Bottom	34.3221
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	12.5362
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	12.0037
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	11.9192
Story1	Y10	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-11.3983
Story1	Y10	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-11.2955
Story1	Y10	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-11.2457
Story1	Y10	SS DIN X Max	Bottom	2.1701
Story1	Y10	SS EST X	Bottom	0.1539

Fuente: Elaboración Propia.

Derivas de Piso en la dirección X

Tabla 138

Deriva de Piso dirección X del Piso 1

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story1	SS EST X	X	0.000862
Story1	SS DIN X Max	X	0.000704
Story1	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000339
Story1	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000331
Story1	TH LIMA 66 SC Min	X	0.000329
Story1	TH BOTE 70 SC Min	X	0.000326
Story1	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000272
Story1	TH PISCO 07 SC Min	X	0.000266

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 139

Deriva de Piso dirección X del Piso 2

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story2	SS EST X	X	0.001303
Story2	SS DIN X Max	X	0.001066
Story2	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000501
Story2	TH BOTE 70 SC Min	X	0.000471
Story2	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000431
Story2	TH PISCO 07 SC Min	X	0.00041
Story2	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000554
Story2	TH LIMA 66 SC Min	X	0.000566

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 140

Deriva de Piso dirección X del Piso 3

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	SS EST X	X	0.001373
Story3	SS DIN X Max	X	0.001135
Story3	TH LIMA 66 SC Min	X	0.000644
Story3	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000608
Story3	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000549
Story3	TH BOTE 70 SC Min	X	0.000510
Story3	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000465
Story3	TH PISCO 07 SC Min	X	0.000434

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 141*Deriva de Piso dirección X del Piso 4*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	SS EST X	X	0.001228
Story4	SS DIN X Max	X	0.001020
Story4	TH BOTE 70 SC Max	X	0.000521
Story4	TH BOTE 70 SC Min	X	0.000468
Story4	TH PISCO 07 SC Max	X	0.000416
Story4	TH PISCO 07 SC Min	X	0.000391
Story4	TH LIMA 66 SC Max	X	0.000554
Story4	TH LIMA 66 SC Min	X	0.000600

Fuente: Elaboración Propia.

Derivas de Piso en la dirección Y**Tabla 142***Deriva de Piso dirección Y del Piso 1*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story1	SS EST Y	Y	0.001871
Story1	SS DIN Y Max	Y	0.001523
Story1	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000556
Story1	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000531
Story1	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000528
Story1	TH BOTE 70 SC Min	Y	0.000506
Story1	TH PISCO 07 SC Min	Y	0.000501
Story1	TH LIMA 66 SC Min	Y	0.000499

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 143*Deriva de Piso dirección Y del Piso 2*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story2	SS EST Y	Y	0.003046
Story2	SS DIN Y Max	Y	0.002484
Story2	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000881
Story2	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000856
Story2	TH PISCO 07 SC Min	Y	0.000828
Story2	TH BOTE 70 SC Min	Y	0.000826
Story2	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000808
Story2	TH LIMA 66 SC Min	Y	0.000789

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 144*Deriva de Piso dirección Y del Piso 3*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story3	SS EST Y	Y	0.003179
Story3	SS DIN Y Max	Y	0.002630
Story3	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000938
Story3	TH BOTE 70 SC Min	Y	0.000875
Story3	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000870
Story3	TH PISCO 07 SC Min	Y	0.000893
Story3	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000911
Story3	TH LIMA 66 SC Min	Y	0.000826

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 145*Deriva de Piso dirección Y del Piso 4*

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
Story4	SS EST Y	Y	0.002834
Story4	SS DIN Y Max	Y	0.002369
Story4	TH BOTE 70 SC Max	Y	0.000866
Story4	TH BOTE 70 SC Min	Y	0.000814
Story4	TH PISCO 07 SC Max	Y	0.000809
Story4	TH PISCO 07 SC Min	Y	0.000814
Story4	TH LIMA 66 SC Max	Y	0.000829
Story4	TH LIMA 66 SC Min	Y	0.000769

Fuente: Elaboración Propia.

Cortantes de Piso Dirección X

Tabla 146

Cortantes de Piso dirección X del Piso 1

Story	Load Case/Combo	Location	VX
Story1	SS EST X	Bottom	-111.594
Story1	SS DIN X Max	Bottom	88.9904
Story1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-37.3491
Story1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-32.7920
Story1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	30.2008
Story1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-26.4765
Story1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	25.1503
Story1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	27.8245

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 147

Cortantes de Piso dirección X del Piso 2

Story	Load Case/Combo	Location	VX
Story2	SS EST X	Bottom	-99.2774
Story2	SS DIN X Max	Bottom	79.8437
Story2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-31.9412
Story2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-27.8822
Story2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	25.8082
Story2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-24.8989
Story2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	24.6386
Story2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	21.4578

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 148

Cortantes de Piso dirección X del Piso 3

Story	Load Case/Combo	Location	VX
Story3	SS EST X	Bottom	-74.6443
Story3	SS DIN X Max	Bottom	61.6820
Story3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-24.4457
Story3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	22.0057
Story3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-21.9819
Story3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-19.6919
Story3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	20.9120
Story3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	16.9138

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 149*Cortantes de Piso dirección X del Piso 4*

Story	Load Case/Combo	Location	VX
Story4	SS EST X	Bottom	-37.6947
Story4	SS DIN X Max	Bottom	33.1685
Story4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-14.0836
Story4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-13.9893
Story4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	12.4263
Story4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	11.8504
Story4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-10.3068
Story4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	9.0133

Fuente: Elaboración Propia.

Cortantes de Piso Dirección Y**Tabla 150***Cortantes de Piso dirección X del Piso 1*

Story	Load Case/Combo	Location	VY
Story1	SS EST Y	Bottom	-111.594
Story1	SS DIN Y Max	Bottom	71.5991
Story1	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-29.0310
Story1	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-27.8906
Story1	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	27.1768
Story1	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-27.0559
Story1	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	26.8038
Story1	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	25.6859

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 151*Cortantes de Piso dirección X del Piso 2*

Story	Load Case/Combo	Location	VY
Story2	SS EST Y	Bottom	-99.2774
Story2	SS DIN Y Max	Bottom	64.1133
Story2	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	23.5325
Story2	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-23.4931
Story2	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-23.4458
Story2	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	23.3361
Story2	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	22.8760
Story2	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-22.5523

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 152*Cortantes de Piso dirección X del Piso 3*

Story	Load Case/Combo	Location	VY
Story3	SS EST Y	Bottom	-74.6443
Story3	SS DIN Y Max	Bottom	49.4279
Story3	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	18.8403
Story3	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-18.6877
Story3	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	18.2206
Story3	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	18.0904
Story3	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-17.0609
Story3	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-16.6065

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 153*Cortantes de Piso Dirección X del Piso 4*

Story	Load Case/Combo	Location	VY
Story4	SS EST Y	Bottom	-37.6947
Story4	SS DIN Y Max	Bottom	26.2576
Story4	TH LIMA 66 SC Max	Bottom	10.1156
Story4	TH BOTE 70 SC Max	Bottom	10.0094
Story4	TH PISCO 07 SC Min	Bottom	-9.8286
Story4	TH PISCO 07 SC Max	Bottom	9.5017
Story4	TH BOTE 70 SC Min	Bottom	-8.8664
Story4	TH LIMA 66 SC Min	Bottom	-8.7599

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1. COMPARACIONES ENTRE LOS ANALISIS SISMICOS ESTATICO Y DINAMICOS

A continuación se presenta una serie de tablas que representan el análisis de datos de manera ordenada para poder apreciar los máximos absolutos de las diferentes solicitaciones:

Tabla 154

Cargas axiales P según los Casos de Carga de cada Muro –Dirección X

Load Case	X1	X10	X11	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
SS EST X	30.9789	66.3036	64.054	2.0187	8.9619	18.4011	23.061	15.6814	18.5827	22.7125	21.0053
SS EST Y	26.8491	140.3721	42.2061	4.1271	1.5203	31.1242	22.5538	71.4897	19.8054	15.5405	28.723
SS IN X Max	31.1366	56.3404	50.3839	1.7793	7.6956	14.0979	18.0778	11.8324	15.6134	18.7082	13.0999
SS IN Y Max	24.9826	115.6153	31.8249	3.0218	1.6145	24.1604	18.1836	57.1773	14.9308	12.19	25.7745
TH BOTE 70 SC Max	14.9485	40.7455	20.5165	1.2601	2.6905	10.6956	10.0287	22.4519	8.0352	8.1482	11.4735
TH BOTE 70 SC Min	16.0541	46.0114	23.1727	1.1138	2.8392	11.2067	9.5612	21.2059	7.2648	7.5998	10.6041
TH LIMA 66 SC Max	13.5151	44.5575	26.1707	1.3787	2.7634	12.085	9.9674	20.9693	8.7293	8.7651	9.9334
TH LIMA 66 SC Min	14.6925	50.4729	22.192	1.2568	2.9319	10.5371	11.61	21.9443	7.8738	8.8944	10.1757
TH PISCO 07 SC Max	13.5806	47.3183	18.463	1.2239	2.1321	10.044	8.7554	19.8659	7.4435	7.3014	10.5208
TH PISCO 07 SC Min	11.9077	45.1201	20.6725	1.2594	2.3616	9.7624	8.481	20.945	7.9509	7.9616	11.2969

Fuente: Elaboración Propia.

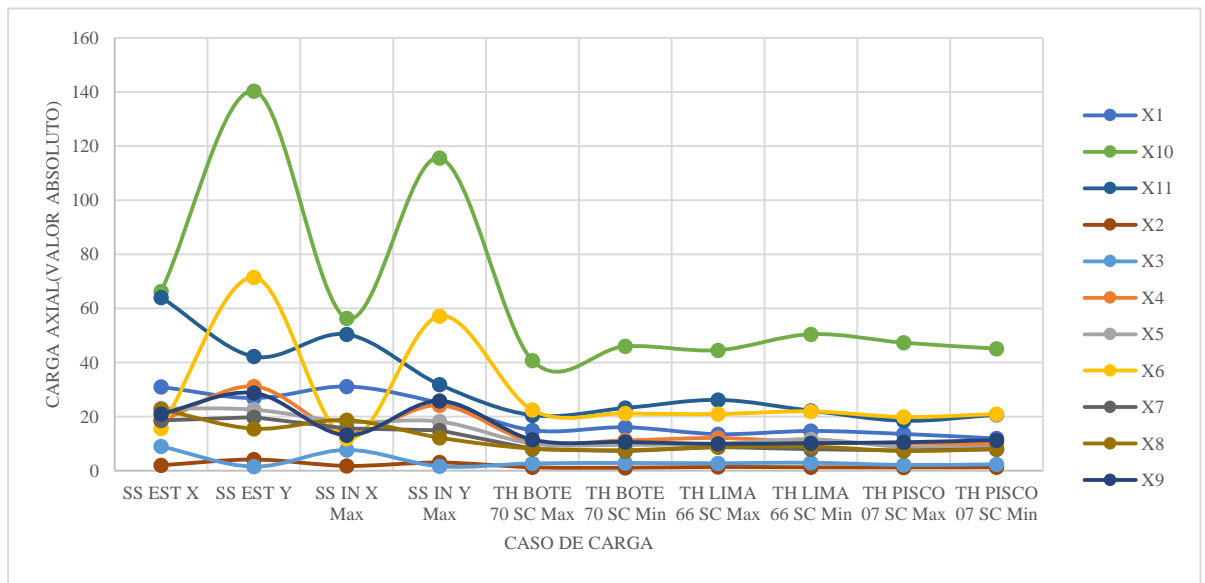


Figura 33. Cargas Axiales de Muros en la Dirección X.

La figura 33, resultante de la tabla N°154 muestra los valores absolutos de las cargas axiales P de todos los muros en la dirección X según los Casos de Carga asignados. En ésta se observa que el muro X10 es el más esforzado. También se visualiza que la carga denominada SS EST Y (sismo estático dirección Y) es el que está solicitándole mayor esfuerzo. Vemos que en segundo lugar se encuentra la carga SS IN Y Max (sismo modal espectral dirección Y) y por último siguen el resto de cargas TH, que no son sino las cargas Tiempo Historia

Tabla 155

Cargas axiales P según los Casos de Carga de cada Muro – Dirección Y

Load Case	Y1	Y10	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
SS EST X	44.6155	19.4093	50.4832	1.805	5.333	14.8617	1.6606	30.4154	12.6737	32.3663
SS EST Y	48.7552	18.4898	50.0629	12.4764	15.4067	26.2227	9.9507	8.0078	5.8397	13.0872
SS IN X Max	33.0323	16.0909	45.57	1.8988	3.9218	11.431	1.6811	25.2399	10.1569	26.3682
SS IN Y Max	32.6777	14.462	29.2581	8.3229	11.3597	20.3363	7.6412	5.2619	4.8945	10.4155
TH BOTE 70 SC Max	17.9646	8.0044	17.9669	3.0164	4.7354	9.3978	2.5465	9.2043	3.9994	9.9554
TH BOTE 70 SC Min	16.5918	7.319	19.0631	2.97	4.5938	8.8856	2.4964	8.7366	4.5477	10.0095
TH LIMA 66 SC Max	17.4338	8.7305	20.9055	3.0007	4.2939	8.8497	2.8076	10.3227	4.5424	10.2593
TH LIMA 66 SC Min	20.1447	8.0536	21.7819	3.1974	4.8928	10.0603	2.6264	9.0077	4.1865	11.6997
TH PISCO 07 SC Max	16.717	7.4233	17.3335	3.07	4.2658	8.1781	2.6597	7.9854	3.3398	8.5718
TH PISCO 07 SC Min	15.2037	8.0058	17.47	3.1548	4.4366	8.4	2.6485	7.5914	3.7867	9.2519

Fuente: Elaboración Propia.

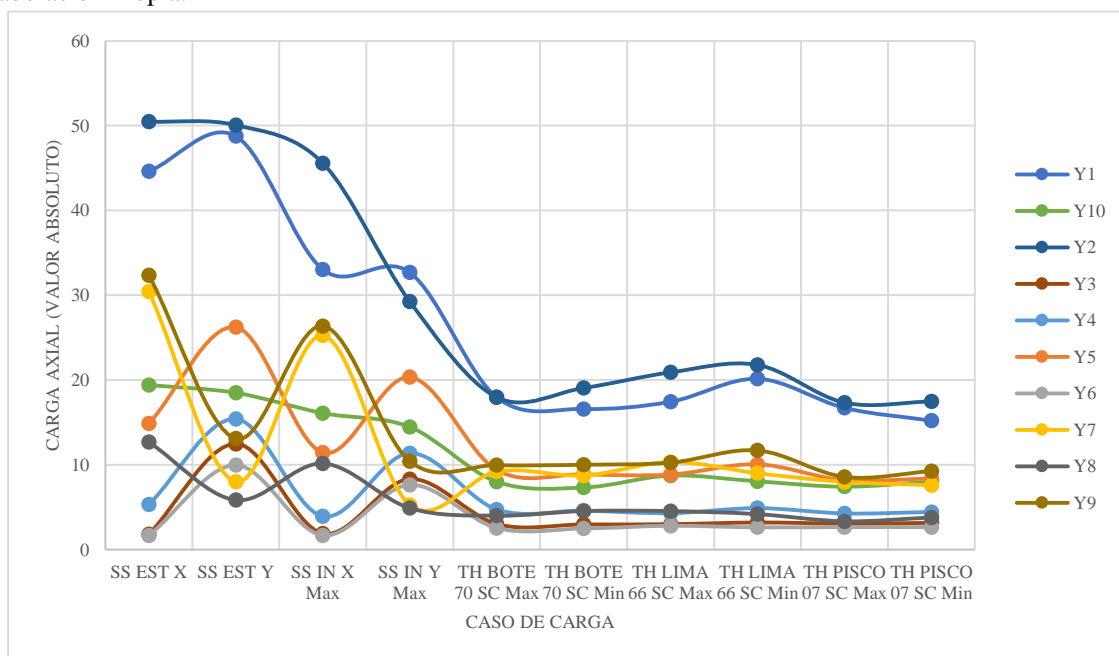


Figura 34. Cargas Axiales de Muros en la Dirección Y.

La figura 34, muestra los valores absolutos mostrados en la tabla N° 155 de las cargas axiales P. En ésta, se observa que el muro Y2 es el más esforzado según todos los Casos de Carga y también se visualiza que la carga denominada SS EST X (sismo estático dirección X) es el que está solicitando mayor esfuerzo. Vemos que en segundo lugar se encuentra la carga SS EST Y (sismo estático dirección Y) y luego siguen los casos de carga modal espectral y por último el resto de cargas dinámicas TH (cargas Tiempo Historia). Se aprecia también que todos los muros tienen el mismo comportamiento puesto que son los Casos de Carga SS EST X y SS EST Y los que están demandando mayor sollicitación.

Tabla 156

Cortantes V2 según los Casos de Carga de cada Muro –Dirección X

Load Case	X1	X10	X11	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
SS EST X	20.0049	41.8073	26.9554	51.4616	18.0433	18.0865	46.6079	42.7859	17.5874	10.273	17.919
SSDIN X Max	18.3264	34.6958	21.4953	43.895	14.8497	14.4038	37.7125	34.1794	14.5378	8.3867	13.8333
TH BOTE 70 SC Max	8.4689	21.1292	9.1169	21.4437	5.3651	6.7665	13.6975	14.6875	6.457	3.3743	7.5293
TH BOTE 70 SC Min	8.1724	21.8194	8.1266	20.455	5.007	6.1778	12.7869	13.4136	6.801	3.294	6.3649
TH LIMA 66 SC Max	8.7199	21.2805	9.5845	21.5653	6.0978	6.7758	14.7186	14.948	7.1739	3.8865	7.1449
TH LIMA 66 SC Min	7.7428	23.5902	8.7302	21.8568	4.7788	7.4552	14.0752	16.7099	7.3643	3.503	6.7086
TH PISCO 07 SC Max	6.255	21.7311	8.0535	16.91	4.5725	5.6094	11.6582	12.4742	6.6357	3.1046	6.1378
TH PISCO 07 SC Min	7.1535	21.122	7.2212	16.2841	4.1607	5.2131	10.5806	11.2763	6.2833	2.8989	5.725

Fuente: Elaboración Propia.

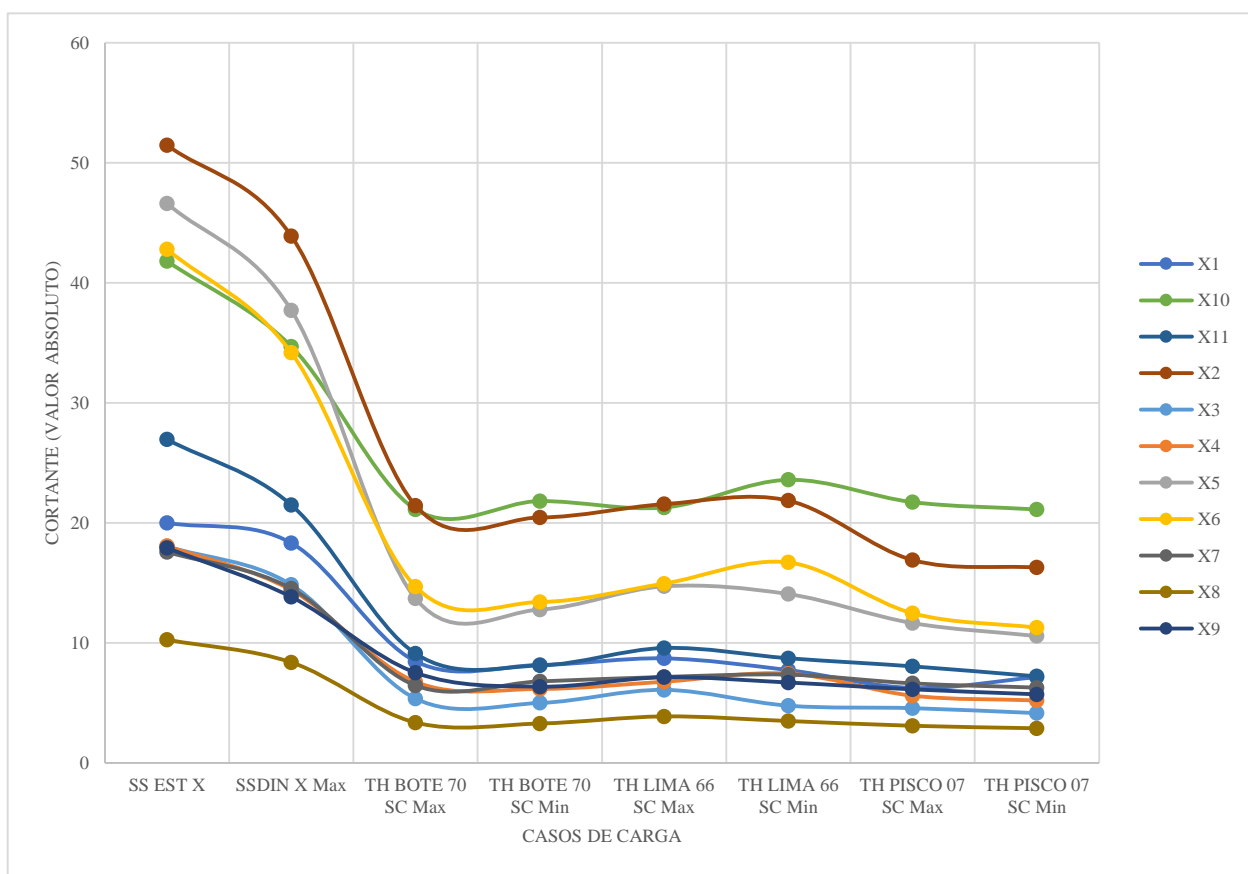


Figura 35. Cortantes de Muros en Dirección X.

La figura 35 muestra que el Caso de Carga SS EST X (sismo estático en dirección X) genera mayores cortantes en la dirección X de todos los muros en la dirección X (valga la redundancia). Es necesario manifestar que en segundo lugar se encuentra el Caso de Carga SSDIN X Max y por último los Casos de Carga TH. Vemos también que el muro más solicitado es el muro X2, incluso en los Casos de Carga TH.

Tabla 157

Cortantes V2 según los Casos de Carga de cada Muro – Dirección Y

Load Case	Y1	Y10	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
SS EST Y	50.9979	19.8782	53.3925	12.6599	12.9115	22.7789	8.0449	3.346	4.9827	124.2614
SSDIN Y Max	33.8406	17.2559	34.8975	8.4668	9.0834	17.0347	6.1474	2.1462	3.7616	98.2575
TH BOTE 70 SC Max	13.7503	6.0878	13.8959	3.6383	3.5664	6.7544	2.4735	1.7193	1.7738	35.6991
TH BOTE 70 SC Min	12.3847	5.8269	12.5157	3.15	3.4624	6.6383	2.2145	1.6438	1.6912	34.3067
TH LIMA 66 SC Max	13.9626	6.328	14.4249	3.6816	3.5483	6.4107	2.393	1.7816	1.6873	35.2325
TH LIMA 66 SC Min	14.7818	5.9791	14.8209	3.8919	3.5282	6.9923	2.4133	1.962	1.9518	33.9672
TH PISCO 07 SC Max	14.7028	6.37	15.1266	3.6	3.3855	6.2228	2.409	1.5113	1.5905	33.5656
TH PISCO 07 SC Min	13.2083	6.0394	13.412	3.5134	3.3604	6.1821	2.3943	1.5125	1.5243	33.9086

Fuente: Elaboración Propia.

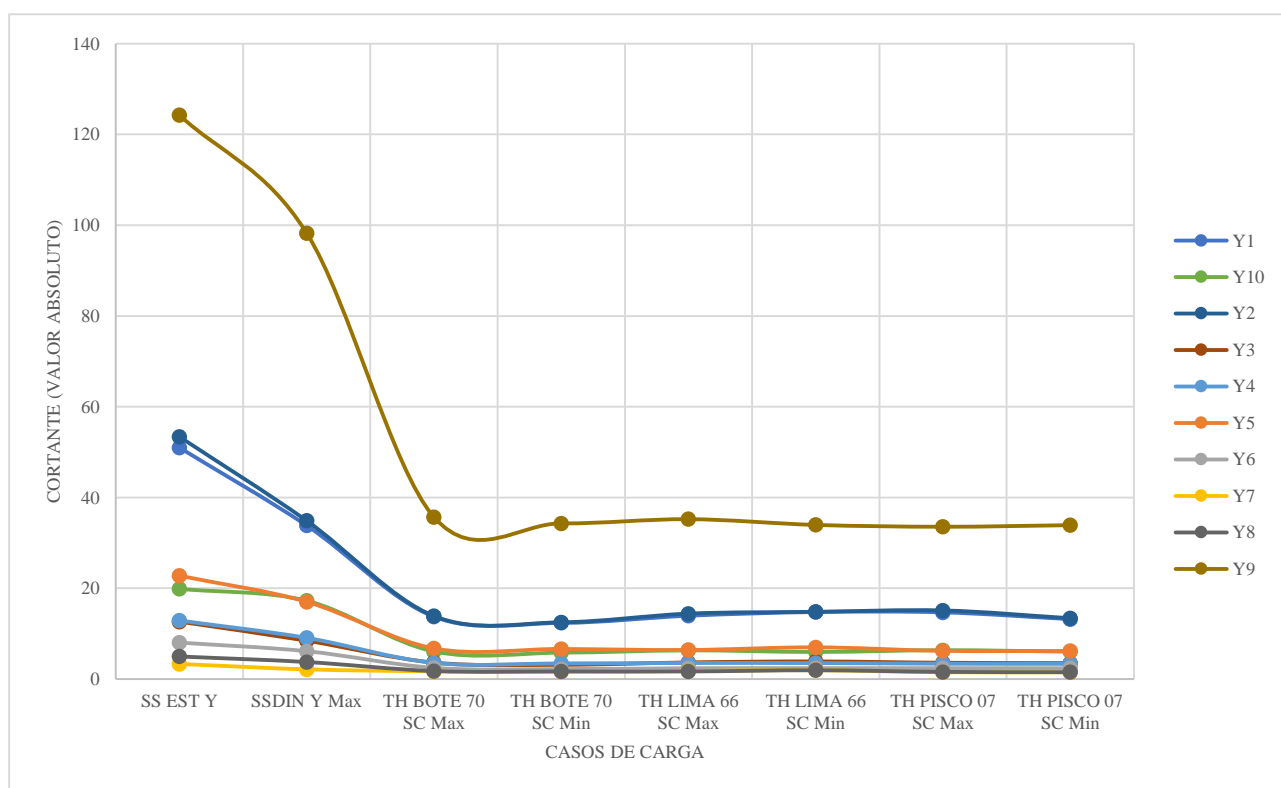


Figura 36. Cortantes de Muros en Dirección Y.

La figura 36 muestra que el muro Y9 es el más solicitado a cortante y que éste está muy por encima del resto de muros en la dirección Y, asimismo el Caso de Carga vuelve a ser el SS EST Y, lo cual es lógico debido a que la aceleración se está aplicando en la dirección del muro. También se puede apreciar que en segundo lugar se encuentra el Caso de Carga SSDIN Y Max (carga modal espectral) y que una vez más los Casos de Cargas TH vuelven a ser las menos solicitantes.

Tabla 158

Momento Flector M3 según los Casos de Carga de cada Muro – Dirección X

Load Case	X1	X10	X11	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
SS EST X	43.444	82.1279	35.7745	251.4248	21.4328	23.1491	47.2544	48.3613	27.7423	19.2343	42.2496
SSDIN X Max	36.7466	66.6347	29.4408	211.5087	17.6496	18.9666	38.4513	39.2198	22.8761	15.7982	34.9007
TH BOTE 70 SC Max	18.0155	29.0422	13.9997	103.3362	6.3867	7.4026	13.7829	14.5449	9.4348	6.2424	15.9372
TH BOTE 70 SC Min	17.0715	28.5549	13.7279	95.4139	5.9367	6.7882	13.0867	13.7182	9.9155	5.9418	15.9688
TH LIMA 66 SC Max	18.8927	32.0823	14.7872	109.7706	7.1106	7.7838	15.6342	16.1878	10.6376	7.0884	16.7903
TH LIMA 66 SC Min	19.6266	30.9223	13.7806	115.7889	5.6557	7.6957	13.24	15.5492	10.43	6.3094	16.3882
TH PISCO 07 SC Max	14.7006	28.1229	12.9007	83.8796	5.4357	6.2185	12.1877	12.7415	9.6486	5.6979	14.8771
TH PISCO 07 SC Min	13.9709	25.3873	12.4865	80.906	4.8321	5.7829	10.9216	11.9439	8.9761	5.1773	14.3532

Fuente: Elaboración Propia.

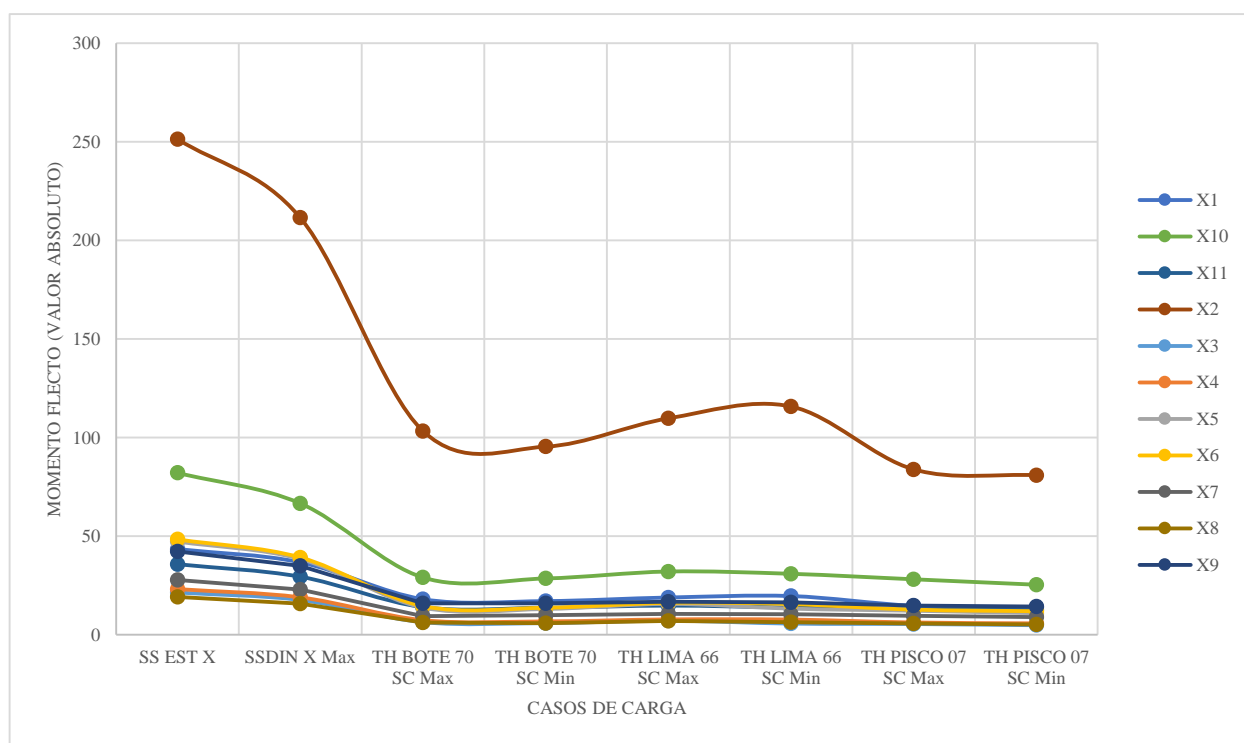


Figura 37. Momento Flector de Muros en Dirección X.

La figura 37 muestra una vez más que el Caso de Carga SS EST X (sismo estático) es el caso que solicita mayor momento flector en todos los muros en la dirección X, siendo el muro X2 el que mayor momento soporta. Se puede apreciar también que el Caso de Carga SSDIN X ocupa el segundo lugar y los Casos de Carga TH ocupan el tercer lugar en el podio.

Tabla 159

Momento Flector M3 según los Casos de Carga de cada Muro – Dirección Y

Load Case	Y1	Y10	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8	Y9
SS EST Y	61.8209	60.6457	60.3812	35.9437	40.4554	42.4294	20.4622	4.8661	6.6134	135.5301
SSDIN Y Max	38.6233	52.1757	37.5787	24.5517	28.9699	31.0544	15.989	3.3217	4.914	106.414
TH BOTE 70 SC Max	14.6315	17.997	14.7206	9.286	10.6614	11.3069	5.6559	1.234	2.2262	35.8311
TH BOTE 70 SC Min	14.5198	17.5307	13.3697	9.008	10.5201	10.8409	5.6762	1.219	2.0632	35.1158
TH LIMA 66 SC Max	15.1558	18.7584	15.0133	9.3636	10.5576	10.9178	5.6909	1.3164	2.1886	37.1653
TH LIMA 66 SC Min	16.3371	17.4758	16.1253	9.6604	10.5213	11.1274	5.5715	1.291	2.3071	35.3051
TH PISCO 07 SC Max	16.1196	18.3543	15.6037	9.1884	10.3278	11.1877	5.644	1.238	2.0672	37.0269
TH PISCO 07 SC Min	14.9813	17.6621	14.6805	9.2899	10.7762	11.3082	5.5881	1.2681	2.1251	36.4972

Fuente: Elaboración Propia.

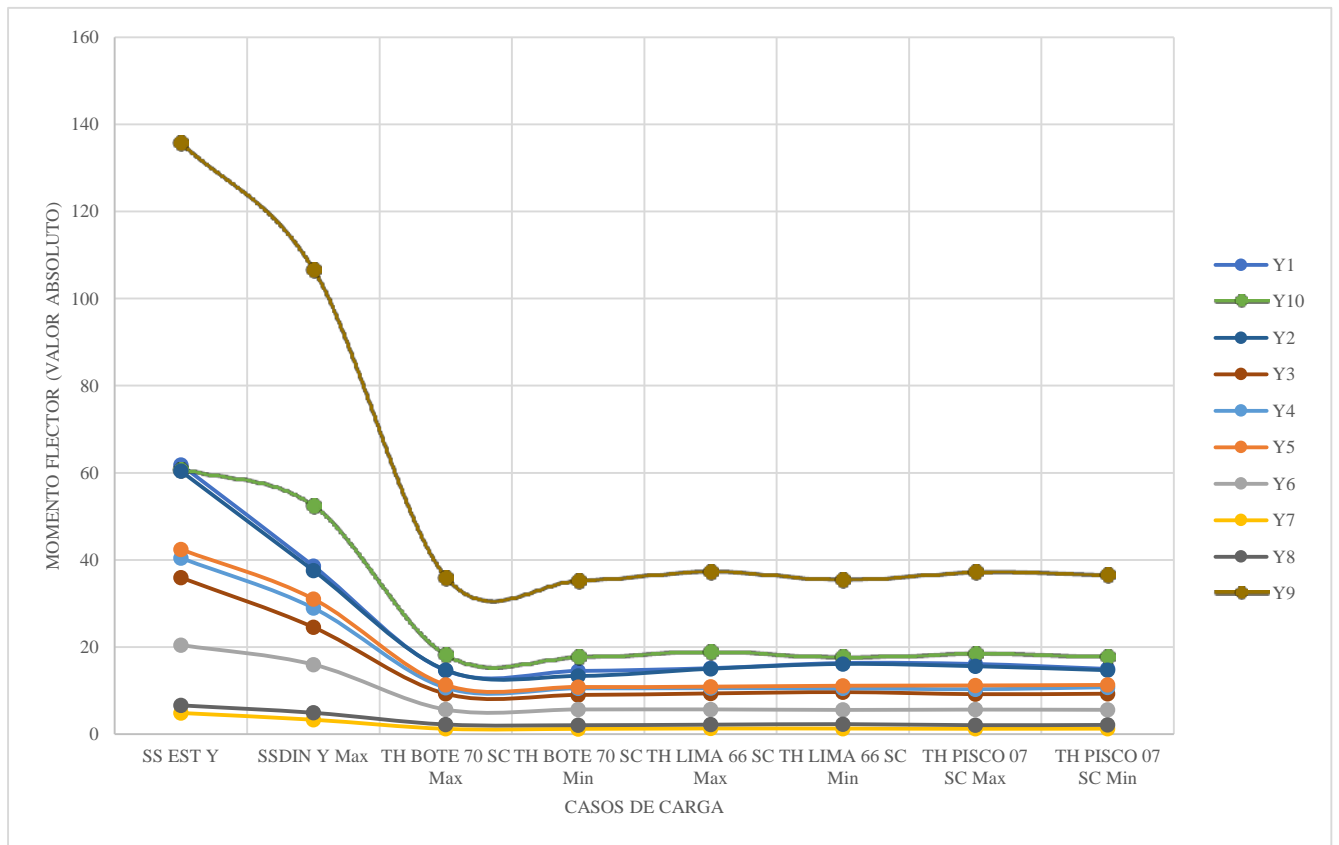


Figura 38. Momento Flector de Muros en Dirección Y.

La figura 38 muestra que el Caso de Carga SS EST Y genera más momento flector en todos los muros en la dirección Y, teniendo como máximo al muro Y9. Vemos una vez más que el Caso SS DIN Y Max ocupa nuevamente el segundo lugar y que los Casos de carga TH ocupan el último lugar respecto de los momentos generados en los muros.

Tabla 160

Cortantes por Piso según Caso de Carga –Dirección X

Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4
SS EST X	111.594	99.2774	74.6443	37.6947
SS EST Y	0	0	0	0
SS IN X Max	88.9904	79.8437	61.682	33.1685
SS IN Y Max	8.7278	7.8874	6.1169	3.2379
TH BOTE 70 SC Max	30.2008	25.8082	20.912	11.8504
TH BOTE 70 SC Min	32.792	27.8822	21.9819	14.0836
TH LIMA 66 SC Max	27.8245	24.6386	22.0057	12.4263
TH LIMA 66 SC Min	37.3491	31.9412	24.4457	13.9893
TH PISCO 07 SC Max	25.1503	21.4578	16.9138	9.0133
TH PISCO 07 SC Min	26.4765	24.8989	19.6919	10.3068

Fuente: Elaboración Propia.

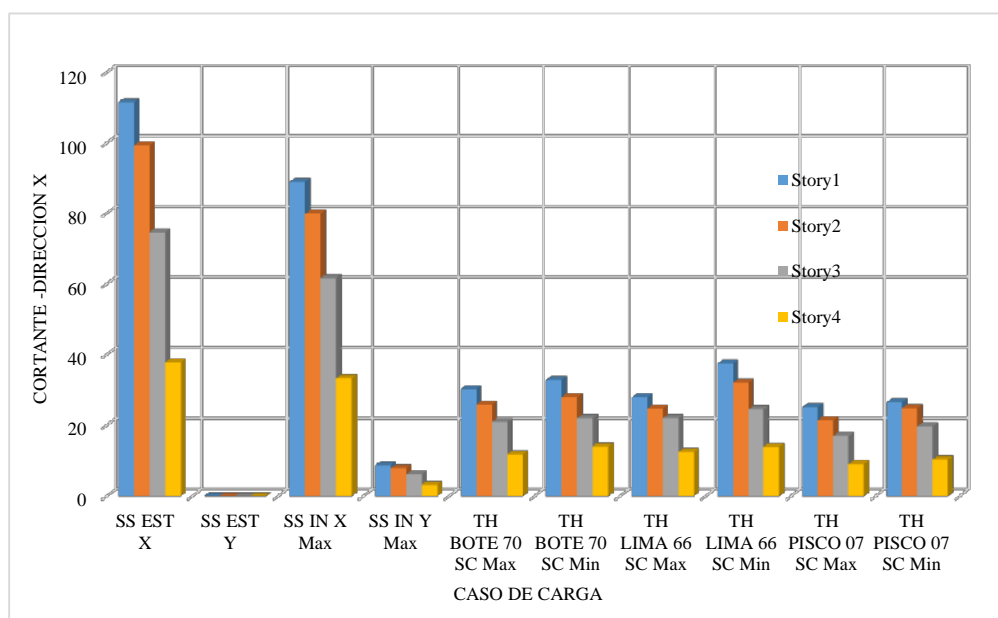


Figura 39. Cortante Dirección X por Piso según Caso de Carga

Vemos, según la figura 39, que en el Caso de Carga SS EST X arroja los mayores cortantes por piso en casi todos los pisos analizados en comparación con el resto de Casos de Carga. Se puede ver claramente que el SS DIN X arroja los segundos mayores cortantes por piso y que nuevamente los Casos de Carga TH son últimos en el podio. En esta figura, vale la pena aclarar que el Caso de Carga SS EST Y tiene cortante cero debido a que todo el cortante está siendo absorbido en la dirección X y en la dirección Y es nula, sin embargo, éste no es el caso del SS DIN Y, puesto que en éste se aprecia que en ésta dirección si hay cortante incluso habiendo cortante en la dirección X.

Tabla 161

Cortantes por Piso según Caso de Carga – Dirección Y

Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4
SS EST X	0	0	0	0
SS EST Y	111.594	99.2774	74.6443	37.6947
SS IN X Max	8.7278	7.7972	5.9439	3.0913
SS IN Y Max	71.5991	64.1133	49.4279	26.2576
TH BOTE 70 SC Max	25.6859	22.876	18.0904	10.0094
TH BOTE 70 SC Min	27.8906	23.4458	16.6065	8.8664
TH LIMA 66 SC Max	27.1768	23.3361	18.8403	10.1156
TH LIMA 66 SC Min	29.031	22.5523	17.0609	8.7599
TH PISCO 07 SC Max	26.8038	23.5325	18.2206	9.5017
TH PISCO 07 SC Min	27.0559	23.4931	18.6877	9.8286

Fuente: Elaboración Propia.

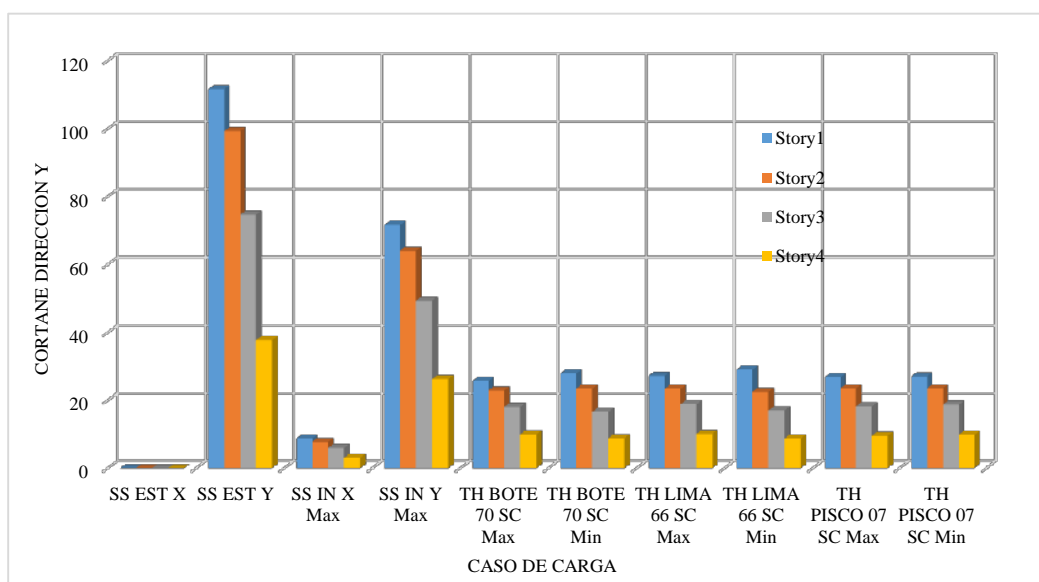


Figura 40. Cortantes Dirección Y por Piso según Caso de Carga

El figura 40 muestra los cortantes de piso en la Dirección Y de cada Caso de Carga. Se aprecia que el caso SS EST Y es el que arroja mayores cortantes en todos los pisos, en segundo lugar nuevamente se encuentra el SS DIN Y Max y por último los Casos de Carga TH. Tal como pasó en el caso anterior, pero ahora en la dirección X, se puede ver claramente cómo es que se presenta cortante en la dirección X en el Caso de Carga SS DIN X Max, incluso a pesar de no ser ésta la dirección principal del cortante. También, al igual que en el caso anterior, el cortante en la dirección X dado por el Caso de Carga SS EST X es cero puesto que ésta es la dirección perpendicular al caso de carga

Tabla 162

Derivas según el Caso de Carga de los Pisos 1 al 4 en la dirección X

Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4
SS EST X	0.000862	0.001303	0.001373	0.001228
SSDIN X Max	0.000808	0.001223	0.0013	0.001168
TH BOTE 70 SC Max	0.000859	0.001357	0.001487	0.001387
TH BOTE 70 SC Min	0.000832	0.001297	0.001385	0.001282
TH LIMA 66 SC Max	0.000895	0.001435	0.001519	0.001383
TH LIMA 66 SC Min	0.000828	0.001355	0.00147	0.001369
TH PISCO 07 SC Max	0.000803	0.001239	0.001335	0.001225
TH PISCO 07 SC Min	0.000767	0.001238	0.001327	0.001205

Fuente: Elaboración Propia.

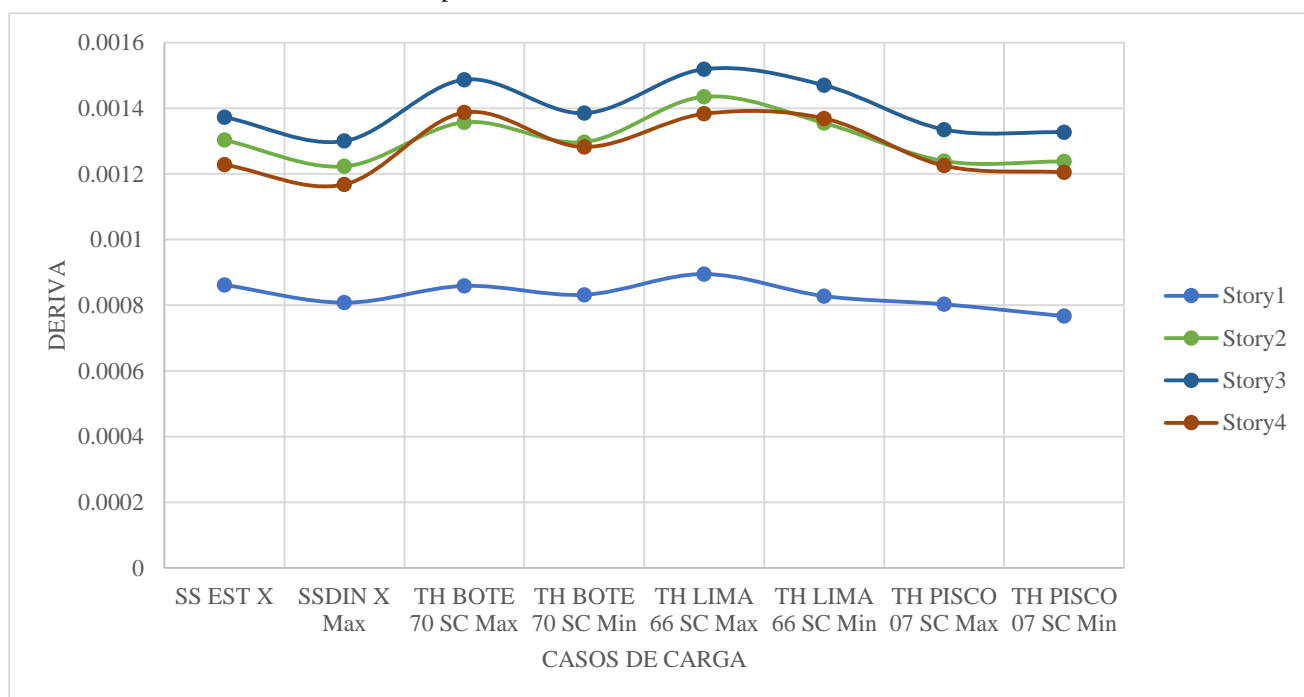


Figura 41. Deriva X según Casos de Carga

La figura 41 muestra las derivas en la dirección X que ocasionan todos los Casos de Carga analizados en todos los pisos de la edificación y vemos que el piso 4 en el Caso de Carga TH Lima 66 (Sismo de Lima 1966) es el que ocasiona mayor deriva en casi todos los pisos. Esto resulta interesante debido a que pese que el análisis sísmico estático ha generado hasta ahora mayores cortantes, momentos y demás solicitaciones, vemos que es la primera vez que un caso TH está superando tanto al análisis sísmico estático como al análisis modal espectral. Vemos que en segundo lugar, nuevamente es un caso TH el que está solicitando mayor deriva, es el caso del Sismo de Chimbote 1970.

Tabla 163

Derivas según el Caso de Carga de los Pisos 1 al 4 en la dirección Y

Load Case	Story1	Story2	Story3	Story4
SS EST Y	0.001871	0.003046	0.003179	0.002834
SSDIN Y Max	0.002021	0.003296	0.003504	0.003173
TH BOTE 70 SC Max	0.000859	0.001357	0.001487	0.001387
TH BOTE 70 SC Min	0.000832	0.001297	0.001385	0.001282
TH LIMA 66 SC Max	0.000895	0.001435	0.001519	0.001383
TH LIMA 66 SC Min	0.000828	0.001355	0.00147	0.001369
TH PISCO 07 SC Max	0.000803	0.001239	0.001335	0.001225
TH PISCO 07 SC Min	0.000767	0.001238	0.001327	0.001205

Fuente: Elaboración Propia.

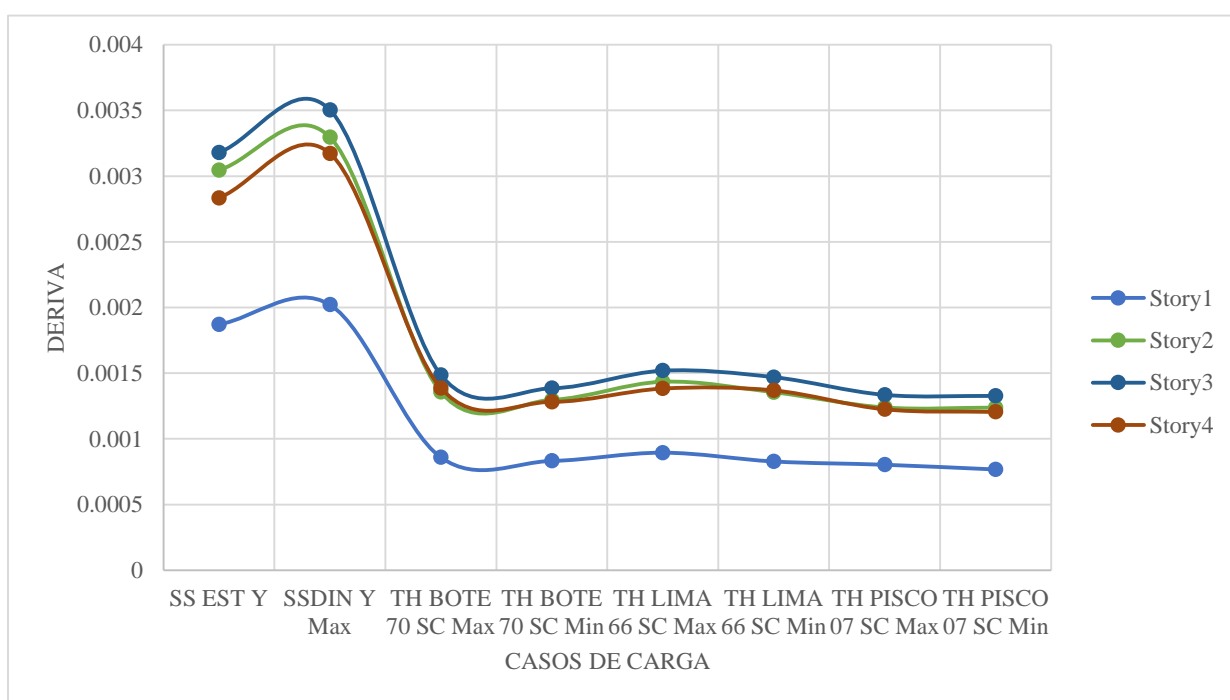


Figura 42. Deriva Y según Casos de Carga

La figura 42 muestra las derivas de todos los Casos de Carga en la dirección Y y se aprecia claramente que el Caso de Carga SS DIN Y es el que demanda más sollicitación. A diferencia de la figura 41 se ve que el Caso SS EST Y esta en segundo lugar y los Casos de Carga TH son últimos haciendo una especie de promedio entre todos.

Tabla 164

Desplazamientos en X de los Diafragmas D1 al D4 según los Casos de Carga

Load Case	D1	D2	D3	D4
SS EST X	0.002282	0.005722	0.009324	0.012499
SSDIN X Max	0.001817	0.004575	0.007492	0.01008
TH BOTE 70 SC Max	0.000637	0.001575	0.002551	0.003402
TH LIMA 66 SC Max	0.000746	0.001823	0.002971	0.004041
TH PISCO 07 SC Max	0.000561	0.001439	0.002376	0.003198

Fuente: Elaboración Propia.

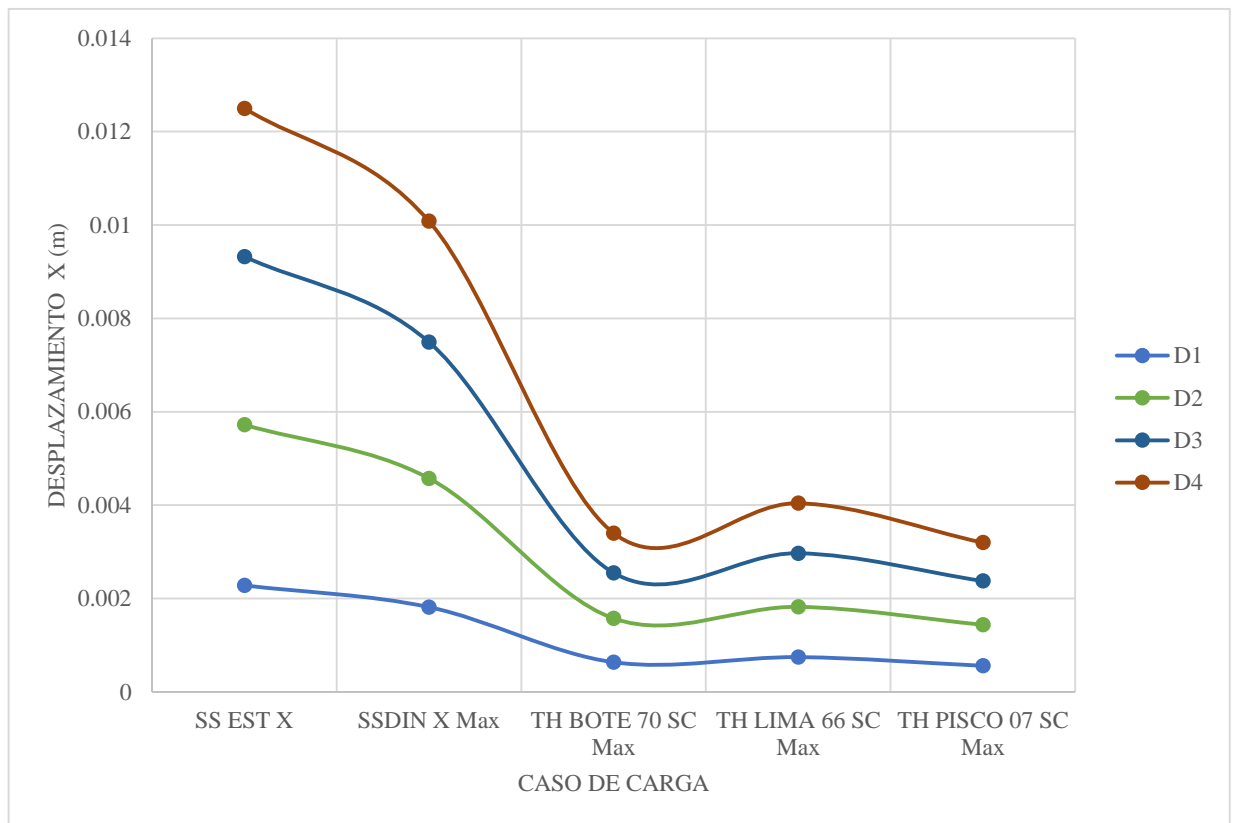
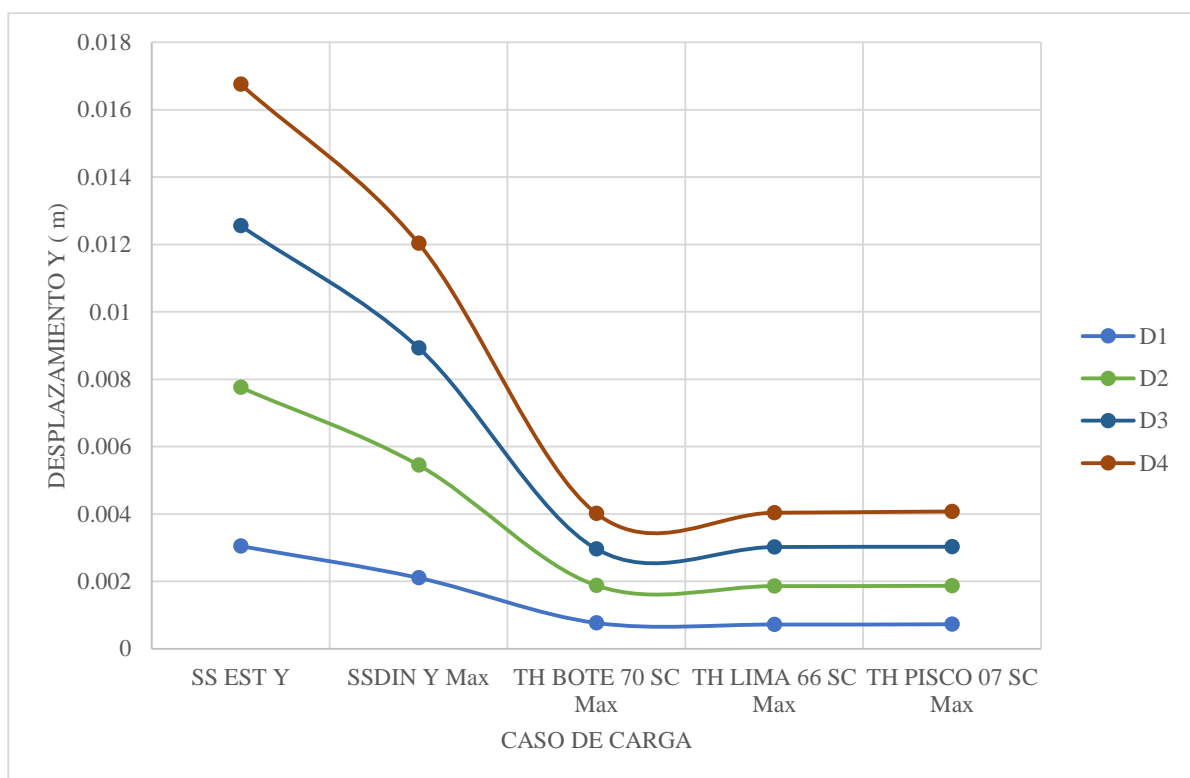


Figura 43. Desplazamientos del Diafragma en X según Casos de Carga

Tabla 165*Desplazamientos en Y de los Diafragmas D1 al D4 según los Casos de Carga*

Load Case	D1	D2	D3	D4
SS EST Y	0.003046	0.007756	0.012556	0.016755
SSDIN Y Max	0.002104	0.005452	0.00893	0.012032
TH BOTE 70 SC Max	0.000766	0.001878	0.002963	0.004016
TH LIMA 66 SC Max	0.000719	0.00186	0.00302	0.004038
TH PISCO 07 SC Max	0.000728	0.001869	0.003027	0.004076

Fuente: Elaboración Propia.

**Figura 44.** Desplazamientos del Diafragma en Y según Casos de Carga.

Las figuras 43 y 44 muestran una misma tendencia en donde el análisis sísmico estático arroja los mayores desplazamientos del diafragma en todos los pisos en las direcciones X e Y respectivamente, seguidos del análisis modal espectral para dejar en último lugar al análisis tiempo historia.

Tabla 166

Cortantes en la Base según el Caso de Carga – Dirección X

Load Case/Combo	FX (Tn)
SS EST X	111.594
SS DIN X Max	88.9904
TH BOTE 70 SC Max	30.206
TH BOTE 70 SC Min	33.4836
TH PISCO 07 SC Max	25.6909
TH PISCO 07 SC Min	27.1047
TH LIMA 66 SC Max	28.1816
TH LIMA 66 SC Min	37.6939

Fuente: Elaboración Propia.

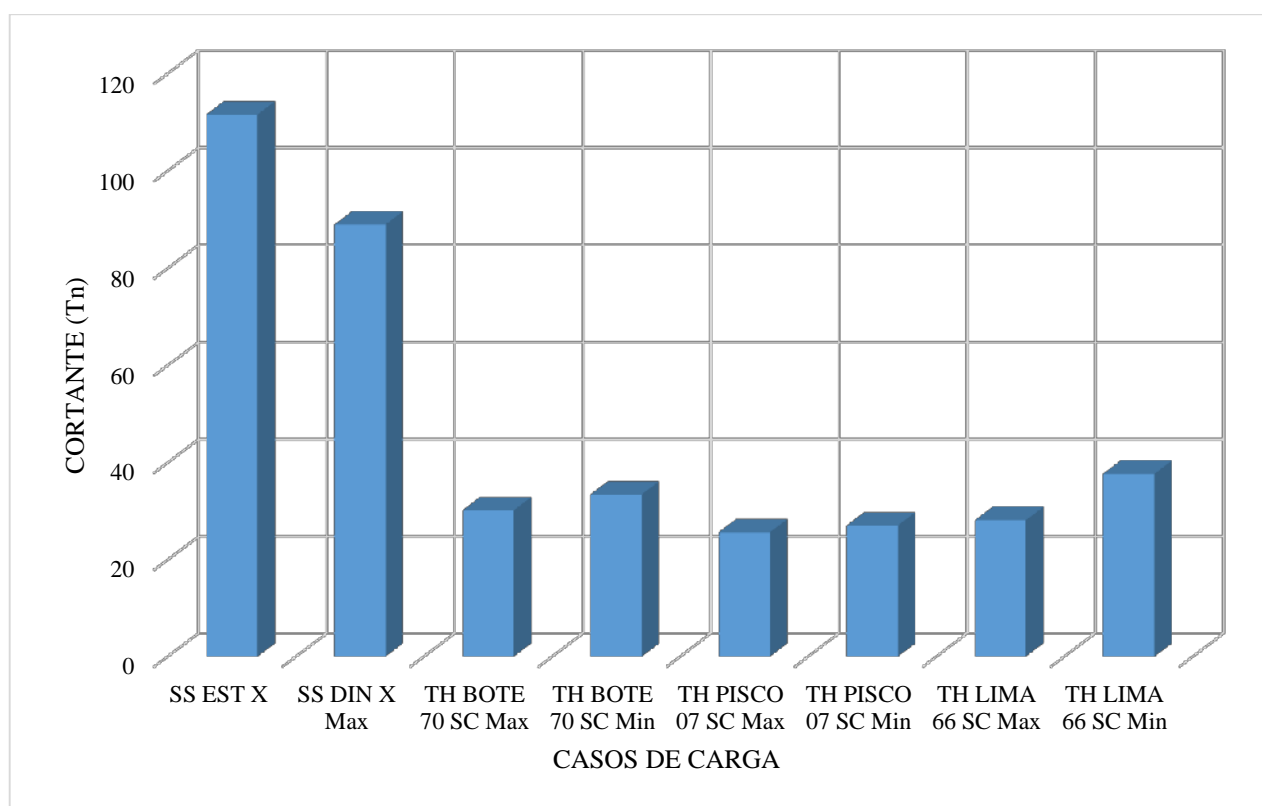


Figura 45. Cortante en la Base - Dirección X.

La figura 45 muestra que el Caso de Carga SS EST X solicita mayor cortante que el resto de casos de carga, también vemos que en segundo lugar lo solicita el Caso de Carga SS DIN X y por último los Casos de Carga TH.

Vemos que el patrón de comportamiento entre los métodos de análisis es el mismo para todos los gráficos.

Tabla 167

Cortantes en la Base según del Caso de Carga – Dirección Y

Load Case/Combo	FY (Tn)
SS EST Y	111.594
SS DIN Y Max	71.5991
TH BOTE 70 SC Max	25.779
TH BOTE 70 SC Min	28.504
TH PISCO 07 SC Max	27.0805
TH PISCO 07 SC Min	27.3385
TH LIMA 66 SC Max	27.158
TH LIMA 66 SC Min	29.6908

Fuente: Elaboración Propia.

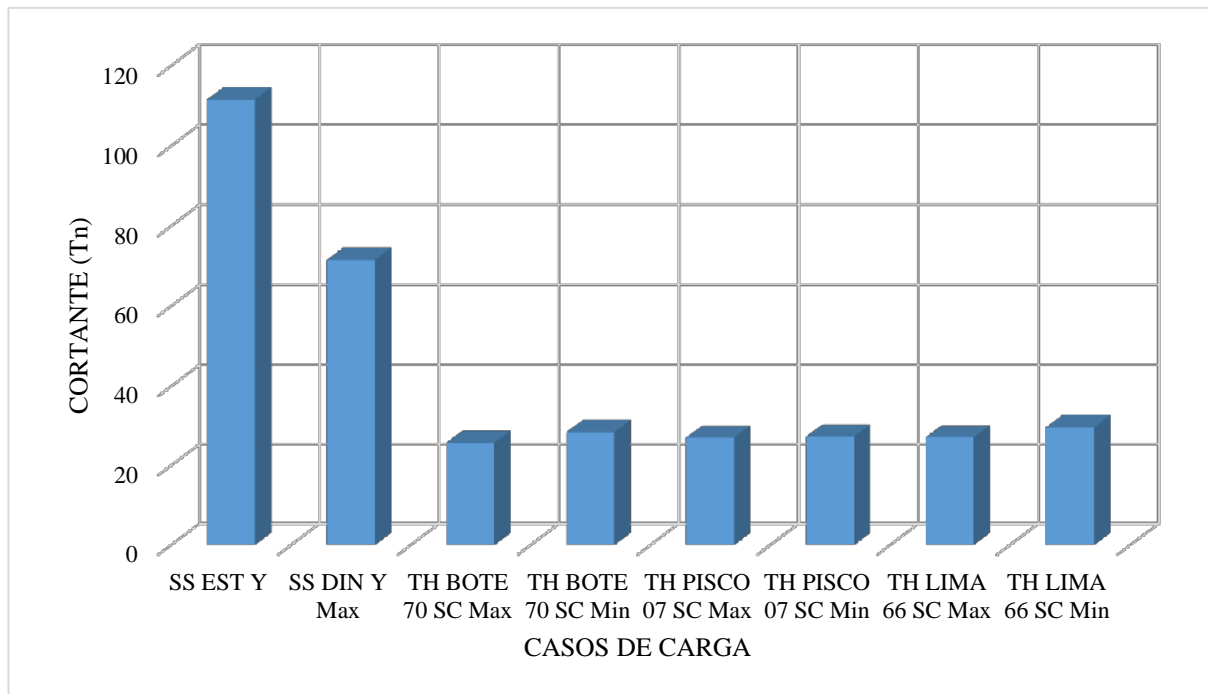


Figura 46. Cortante en la Base - Dirección Y.

Esta figura muestra los valores absolutos de los cortantes basales de la edificación en la dirección Y, y vemos una vez más que el Caso de Carga SS EST Y es el que ésta demandando mayor sollicitación, sigue luego SS DIN Y y por último una especie de promedio de todos los Casos de Carga TH. Una vez más el patrón se vuelve a repetir, estático, modal espectral y tiempo historia, de mayor a menor.

Tabla 168*Cuadro Comparativo de Solicitaciones Máximas*

Elemento	Solicitud	Und	Sísmico Estático	Modal Espectral	Tiempo Historia	%	%
						Superado ASE vs AME	Superado ASE vs ATH
X10	Carga axial - Dir X	Tn	140.372	115.615	50.473	21.41	178.11
Y2	Carga axial - Dir Y	Tn	50.483	45.570	21.782	10.78	131.77
X2	Cortante - Dir X	Tn	51.462	43.895	21.565	17.24	138.63
Y9	Cortante - Dir Y	Tn	124.261	98.258	35.699	26.47	248.08
X2	Momento - Dir X	Tn - m	251.425	211.509	115.789	18.87	117.14
Y9	Momento - Dir Y	Tn - m	135.530	106.414	37.165	27.36	264.67
Piso 1	Cortante /Piso - Dir X	Tn	111.594	88.990	37.349	25.40	198.79
Piso 1	Cortante / Piso - Dir Y	Tn	111.594	71.599	29.031	55.86	284.40
Piso 3	Deriva - Dir X	-	0.001373	0.0013	0.001487	5.62	-7.67
Piso 3	Deriva - Dir Y	-	0.003179	0.003504	0.001487	-9.28	113.79
Piso 4	Dz Diaf - Dir X	m	0.012499	0.01008	0.004041	24.00	209.30
Piso 4	Dz Diaf - Dir Y	m	0.016755	0.012032	0.004076	39.25	311.06
Promedio						23.46	183.62

Fuente: Elaboración Propia.

La tabla 168 es un resumen de las solicitaciones máximas demandadas por cada uno de los análisis sísmicos, la cual muestra que el análisis sísmico estático está muy por encima del análisis modal espectral y análisis tiempo historia.

La penúltima y última columna de esta tabla nos muestra el porcentaje que el análisis sísmico estático es mayor que análisis modal espectral y tiempo historia respectivamente y del cual rápidamente podemos apreciar que el ASE es hasta 55% mayor que el AME, como es el caso del Cortante por Piso en la dirección Y, el cual obviamente se está dando en el primer piso y que en la comparación entre el ASE y el ATH los resultados pueden incluso llegar a superar fácilmente el 200% como es el caso del Cortante en muros en la dirección Y, Momento flector de muro en la dirección Y y los desplazamientos de los diafragmas en ambas direcciones.

Sin embargo, esta tabla también nos sirve para apreciar que en el caso de solicitaciones directas de diseño, los valores más cercanos se encuentran en las derivas en la dirección X y esto para ambos análisis dinámicos, lo cual nos da la oportunidad de optimizar el rendimiento estructural incluso más allá de la solicitaciones de diseño.

La última fila de esta tabla indica el promedio de la penúltima y última columna y nos atreveríamos a afirmar que en promedio el ASE es 23% mayor que el AME y que éste es 183% mayor que el ATH.

Puesto que los análisis que he realizado se encuentra en régimen lineal, y debido a que estos análisis no están afectados por la variación del módulo de elasticidad del material, entonces puedo suponer que la fracción de fuerza aplicada en el análisis estático es mucho mayor que las fuerzas aplicadas en los dos análisis dinámicos, es decir, que la “pérdida” de masa en los análisis modal espectral y tiempo historia redundan en las solicitaciones demandadas en la edificación. Esto podría incrementarse incluso en el costo debido a que debemos elegir con cuales solicitaciones haremos el diseño estructural y posterior detallado de planos, lo que nos incurriría a la postre en los costos de construcción.

Lo importante de haber comparado los análisis sísmicos es haber evaluado la manera en que éstos demandan solicitaciones en la estructura y no por eso se va a marginar este o aquel método de análisis, puesto que para el diseño estructural de la albañilería deberían de analizarse en el rango no lineal (Lourenço, 2017).

Teniendo en cuenta lo anterior es importante a mi parecer tener el suficiente criterio para decidir con cuáles solicitaciones se procederá a realizar el diseño de los elementos de confinamiento y estructurales como columnas, vigas, losas aligeradas, en fin, puesto que como se mencionó líneas arriba, de ésta decisión dependerá el costo que tendrá la construcción de la edificación.

Debemos tener en cuenta que vale la pena optimizar estos resultados ya que la utilización de éstos nos permitirá un futuro mejor diseño estructural. También debemos manifestar que si bien es cierto estos métodos están normados en nuestro reglamento, un buen criterio sería evaluar la posibilidad de promediar los resultados en las diferentes solicitaciones a fin de preparar la estructura a fin de ésta pueda incurrir en un mejor comportamiento estructural sin que los costos de edificación se vean incrementados de manera alarmante.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y BIBLIOGRAFIA

6.1. CONCLUSIONES

- En esta tesis se determinó que el orden de mayor a menor en función de las solicitaciones demandadas de los análisis sísmico de la norma E.030 son: análisis sísmico estático, análisis modal espectral y análisis modal tiempo historia. El análisis sísmico estático es en promedio 23% mayor que el análisis modal espectral y 183% mayor que el análisis modal tiempo historia.
- Las solicitaciones con menor variación entre los tres análisis sísmicos estudiados son las derivas en la dirección X.

6.2. RECOMENDACIONES

- Aplicar la misma metodología presentada en esta investigación pero en una edificación aporticada a fin de evaluar si la hipótesis investigada aquí logra validarse también en función de las solicitaciones demandadas en la estructura.
- Aplicar esta metodología en el rango no lineal para evaluar su variación con las solicitaciones dadas en el rango lineal.
- Aplicar un promedio de las diferentes solicitaciones en el diseño de la estructura de albañilería con la finalidad de preparar la estructura a mayores solicitaciones sin correr el riesgo de incrementar los costos de construcción.

6.3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anderson, J. C., & Naeim, F. (2012). *Basic Structural Dynamics*. New Jersey: John Wiley & Sons.
2. Arango Ortíz, J. (2002). *Albañilería Estructural*. Lima.
3. Blanco Blasco, A. (15 de Setiembre de 2010). *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Obtenido de Seminario: Normatividad y Gestión para Edificaciones Sostenibles y Saludables: www.mvcs.gob.pe
4. Carrillo Espejo, F. (1995). *Cómo hacer la tesis y el trabajo de investigación universitario*. Lima: Editorial Horizonte.
5. Computers & Structures, I. (Mayo de 2015). *CSI Analysis Reference Manual*. Berkeley, California, USA.
6. Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
7. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación*. México, México.
8. Lourenço, P. (2017). *University of Minho*. Obtenido de iaa-conservation.org/il/pdf/engineers2011/09_Types%20of%20analysis.pdf
9. Ministerio de Vivienda, C. y. (2003). *Norma E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima, Perú: El Peruano.
10. Ministerio de Vivienda, C. y. (20 de Enero de 2008). *Norma E.070 Albañilería. Norma Técnica de Albañilería*. Lima, Lima, Peru: El Peruano.
11. Ministerio de Vivienda, C. y. (24 de Enero de 2016). *Norma E.030 Diseño Sismoresistente. Norma Técnica de Edificación E.030*. Lima, Lima, Peru: El Peruano.
12. San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
13. San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva, W. (2011). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
14. *Wikipedia*. (23 de Enero 2017). Obtenido de <https://en.wikipedia.org/wiki/Caral>